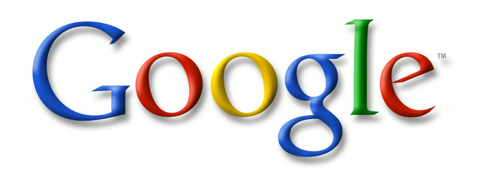
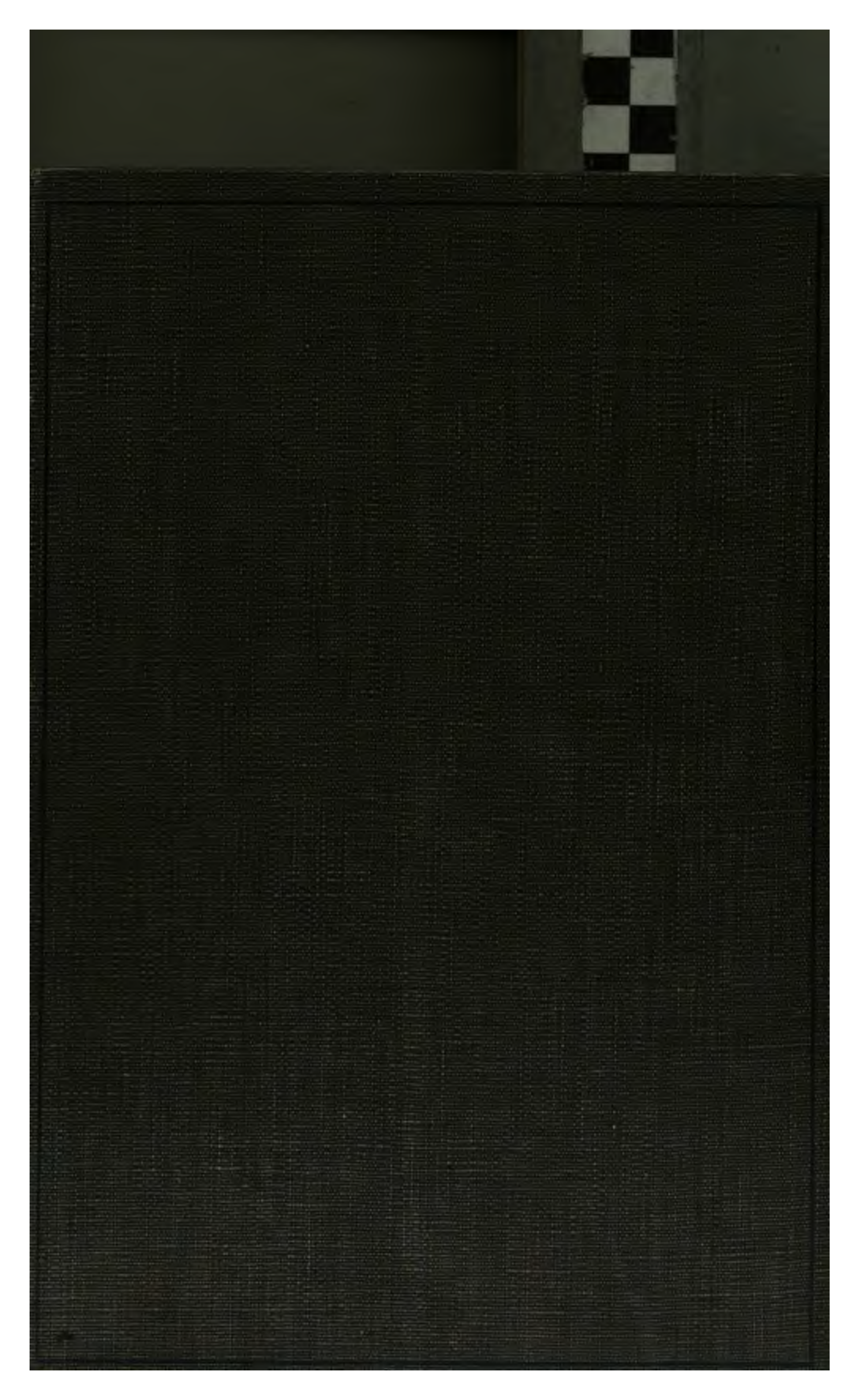
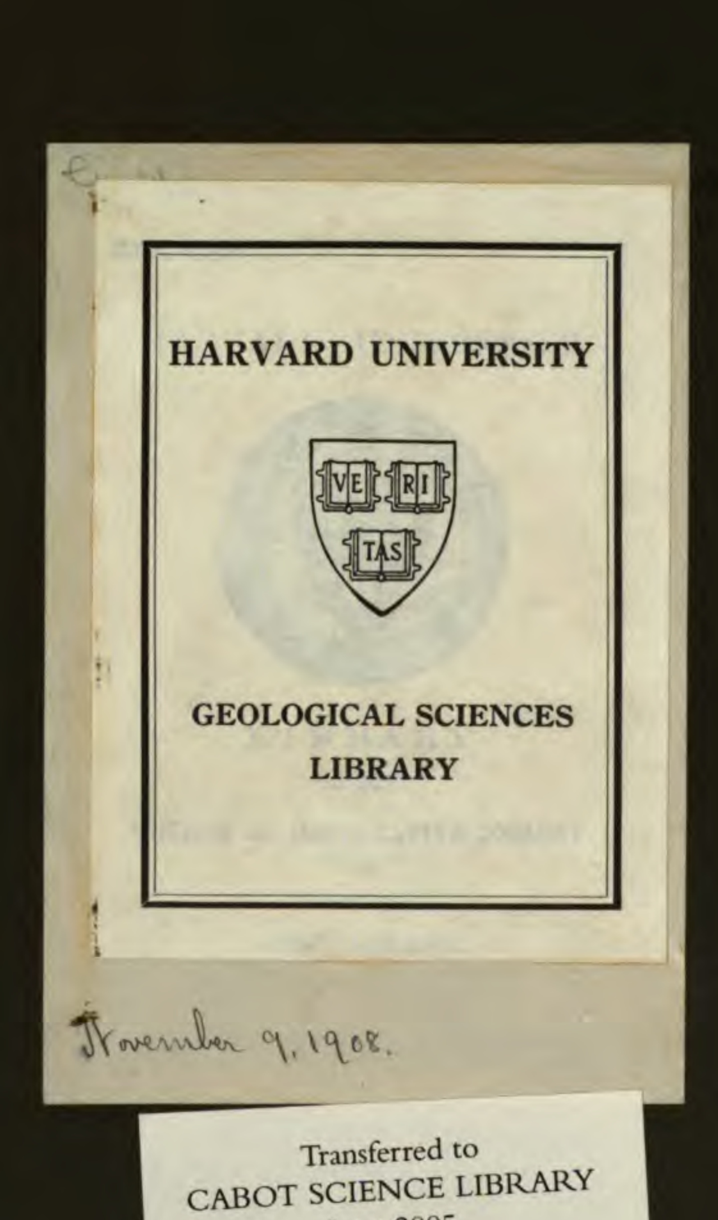
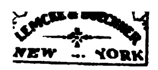










DIE ENTWICKLUNG DER KONTINENTE UND IHRER LEBEWELT

EIN BEITRAG ZUR VERGLEICHENDEN ERDGESCHICHTE

VON

DR. THEODOR ARLDT
OBERLEHRER AN DER REALSCHULE IN RADEBERG

MIT 17 FIGUREN UND 23 KARTEN

LEIPZIG
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN
1907.

Druck der Königl. Universitätsdruckerei von H. Stürtz in Würzburg.

Vorwort.

Wenige Wissenszweige eignen sich besser zu einer vergleichenden Behandlung als die Erdgeschichte, insbesondere die Paläogeographie, die Lehre von den früheren Verhältnissen der Erde. Ja ohne dieselbe können wir in ihr kaum jemals zu einigermassen gesicherten Resultaten gelangen, nur durch sie kann der Fehler vermieden werden, diese wichtigen Fragen nach den Zuständen der Vorzeit einseitig zu beantworten, wie es wiederholt in diesem Wissensgebiete geschehen ist. Allerdings wird dadurch auch die Schwierigkeit der Behandlung solcher Fragen ausserordentlich erhöht, muss der Paläogeograph sich doch in erster Linie mit der Biogeographie, Paläontologie, Stratigraphie und Geomorphologie, weiterhin aber auch mit der Systematik, Biomorphologie und Phylogenese, sowie mit Physik, Chemie, Petrographie, Geophysik, Astrophysik, Astronomie und noch manchen anderen Zweigen der Naturwissenschaft auseinandersetzen, in denen er unmöglich in gleichem Masse bewandert sein kann. Er muss deshalb den Fachmann in diesen genannten Einzelgebieten um Nachsicht bitten, wenn er in ihnen nicht in jeder Beziehung auf der Höhe der neuesten Forschungen stehen sollte. In vielen Fällen wird er mit Absicht lieber auf bewährte ältere Bücher zurückgreifen, statt seinen Arbeiten sofort jede neue Erscheinung zugrunde zu legen, deren Resultate oft noch umstritten und oft binnen kurzem bereits wieder widerlegt sind, kann er doch den Wert dieser Veröffentlichungen nicht immer selbst kritisch nachprüfen. Es muss ja aber sein Bestreben sein, möglichst gesicherte Resultate seinen Folgerungen zugrunde zu legen. Ausserdem waren der eingehenden Berücksichtigung der neuesten Werke auch dadurch Schranken gesetzt, dass das Manuskript in den Hauptzügen bereits im Herbste 1905, im einzelnen im Herbste 1906 abgeschlossen war, und dies hielt Verfasser für um so eher angängig, als ihm bisher nichts bekannt geworden ist, das sich mit den wesentlichen Zügen seiner Schlussfolgerungen nicht vertrüge. Auf einige neuere Tatsachen ist übrigens im Nachtrage eingegangen worden.

Im vorliegenden Buche hat Verfasser sich mit Absicht auf die Kontinente beschränkt und nur in grossen Zügen deren Geschichte zu entwerfen gesucht, um zunächst einmal die Methoden der Paläogeographie zu entwickeln und an der Hand des Tatsachenmaterials auf ihre Berechtigung zu prüfen. Auf dieser grundlegenden Aufgabe bauen dann andere sich auf, die Erforschung der paläogeographischen Verhältnisse kleinerer Einzelgebiete, die Bestimmung des genaueren Verlaufs alter Gebirge, Ströme, Meeresströmungen, die Untersuchung der alten Klimate, die Aufklärung der früheren biogeographischen Verhältnisse, wie auch die Ausbreitungsgeschichte der wichtigeren Tiergruppen. Verfasser hofft, an der Lösung dieser Aufgaben auch in Zukunft mitarbeiten zu können. Was die Tendenz dieses Buches im einzelnen anlangt, so sei hauptsächlich auf das verwiesen, was in § 220, § 269 und in den Bemerkungen zu den Stammbäumen und Karten (§ 270—274) gesagt ist. Es könnte vielleicht scheinen, als sei die Geologie zu kurz behandelt im Vergleiche mit der Biogeographie, indessen schien eine eingehendere Aufzählung der geologischen Tatsachen nicht nötig, da ja die paläogeographischen Karten sich eng an die von Geologen konstruierten anschliessen und also das beste Bild ihrer Folgerungen bieten, während bei den biogeographischen Tatsachen eine solche kurze kartographische Darstellung nicht möglich ist. In Wirklichkeit sind biogeographische und geologische Tatsachen in gleichem Masse berücksichtigt worden.

Zum Schlusse drängt es den Verfasser, dem Verlage des Buches seinen Dank auszusprechen für die sorgfältige Ausstattung, die er diesem zuteil werden liess, besonders durch die vorzügliche Ausführung der zum Teil ziemlich schwer zu reproduzierenden Karten, sowie durch die reiche typographische Gliederung in den alphabetischen Registern, die deren Wert ausserordentlich hebt und ihre Benützung sehr erleichtert.

Radeberg, im September 1907.

Dr. Theodor Arldt.

P. S. Bei der Bearbeitung der paläogeographischen Karten (K. 13 bis 22) stützte Verfasser sich im wesentlichen auf die Werke der Herren Professoren Fr. Frech, E. Koken, A. de Lapparent und M. Neumayr. Die Benutzung der von ihnen entworfenen Karten wurde ihm in liebenswürdigster und entgegenkommendster Weise von den Verfassern sowohl wie auch von den Verlegern der betreffenden Werke, E. Schweizerbarth (E. Nägele), C. H. Tauchnitz, Masson & Cie. und der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien gestattet, wofür ihnen auch an dieser Stelle der Dank des Verfassers ausgesprochen sei.

Dr. Theodor Arldt.

Inhaltsverzeichnis.

Verzeichnis der Abbildungen und Karten.

I. Allgemeiner Teil.

A. Permanenz der Ozeane und Kontinente.

§ 1. Eine lange und mit wechselndem Erfolge umstrittene Frage der Geophysik ist die nach der Permanenz der ozeanischen und der kontinentalen Räume. Während man von vornherein diese als unveränderliche Elemente des Erdreliefs ansah, und nur mythologische Spekulationen oder missverstandene Berichte von nach fremden Ländern verschlagenen Reisenden die Vermutung des Gegenteils erweckten und so z. B. die Atlantissage Platos schufen, tauchten begründete Zweifel zuerst bei den Pflanzen- und Tiergeographen auf. Um die Verbreitung der tertiären Flora zu erklären, nahmen Unger und Heer ein nordatlantisches Festland an, dem sie den Namen des mythischen platonischen Landes gaben, und Sclater[1]) schuf den Namen Lemuria für den hypothetischen Kontinent zwischen Madagaskar und Indien, der die eigenartige Verbreitung der jetzt lebenden Halbaffen erklären sollte. Auch an Stelle des nordpazifischen Ozeans setzte man ein altes Festland, in dem Huxley[2]) die Heimat der plazentalen Säugetiere und der Dikotyledonen sah, die im Eozän bezw. während der oberen Kreideformation ziemlich unvermittelt in Nordamerika und Europa erscheinen. Doch bald erfolgte eine Reaktion. Im eigenen Lager erstand den genannten Biogeographen ein mächtiger Widersacher in Wallace, dessen grosse Werke[3]) der Tiergeographie neue Bahnen wiesen und noch jetzt von grosser Bedeutung sind. Im Gegensatze zu seinen Vorgängern war dieser Forscher ein prinzipieller Anhänger der Permanenz und suchte infolgedessen alle getrennten Vorkommnisse gleichartiger Tierformen

---

1) Sclater, The Geographical Distribution of Mammals. Manchester Sciences Lectures. ser. 5 and 6. 1874. p. 202–219.

2) Huxley, Anniversary Address of the President. Quarterly Journal of the Geological Society. vol. 26. 1870. proc. p. XXI–LXIV.

3) Wallace, The Geographical Distribution of Animals. London 1876. Deutsche Ausgabe v. Meyer. Wallace, Island Life. London 1880. 2. Ed. 1892.

durch Wanderungen innerhalb des jetzigen Kontinentalgebietes zu erklären. Nur geringe Verschiebungen der Kontinentalgrenze glaubte er annehmen zu dürfen. Zweifellos lassen sich auf diesem Wege einige gerade ganz besonders eigentümliche Verbreitungsgebiete höherer Wirbeltiere erklären, und zwar unter Zuhilfenahme der Betrachtung der tertiären Länderfaunen. Doch während diese auf der einen Seite für Wallace zu sprechen schienen, zeigten sie auf der andern so merkwürdige Übereinstimmungen jetzt durch tiefen Ozean getrennter Landgebiete, dass schliesslich die Tiergeographen den einseitigen Standpunkt Wallaces aufgaben und wenigstens für einige Gebiete der Erde eine andere Verteilung von Ozeanen und Kontinenten für die Tertiärzeit als die jetzige annahmen. Diese Ansicht vertreten z. B. Lydekker[1]), Ihering[2]) und Scharff[3]), und sie sind dazu um so mehr berechtigt, als schon seit längerer Zeit die Geologen dazu gekommen sind, noch für die jüngeren Erdperioden Festland dort anzunehmen, wo jetzt tiefe ozeanische Räume sich befinden, besonders innerhalb des atlantischen Gebietes, wo Bertrand[4]) aus dem Verlaufe der Gebirge, Neumayr[5]) aus der Verbreitung der jurassischen marinen Fossilien auf das Vorhandensein alter kontinentaler Räume schloss, eine Ansicht, die auch Suess[6]) unterstützt, der die Entstehung der jetzigen Form des Atlantischen Ozeanes erst in die Tertiärzeit versetzt. Während man also früher höchstens Schwankungen der Küstenlinie annahm, dagegen die kontinentalen Horste als konstant ansah, hält man jetzt Niveauverschiebungen, die Tausende von Metern betragen, nicht mehr für unmöglich. Sind zweifellos marine Sedimente bis zu den gewaltigen Höhen des innerasiatischen Gebirgsmassivs emporgehoben worden, so kann zweifellos eine Niveauveränderung von gleichem Masse auch in umgekehrter Richtung erfolgen. Wir sehen daher auch auf allen neueren paläogeographischen Karten von Koken[7]), Frech[8]) und Lapparent[9]) die

---

1) Lydekker, A Geographical History of Mammals. Cambridge 1896. Deutsche Ausgabe v. Siebert. 2. Aufl. 1901.

2) Ihering, Die geographische Verbreitung der Flussmuscheln. Ausland 1890. S. 941—944, 968—973. — Derselbe, Über die alten Beziehungen zwischen Neuseeland und Südamerika. Ausland 1891. S. 344—351. — Derselbe, Najaden von S. Paulo und die geographische Verbreitung der Süsswasserfaunen von Südamerika. Archiv für Naturgeschichte 1893. S. 126—140. — Derselbe, The History of the Neotropical Region. Science Bd. XII. 1900. pag. 857—864.

3) Scharff, Some Remarks on the Atlantis Problem. Proceedings of the Royal Irish Academy. Bd. 24. Sekt. B. 1902. p. 268—302.

4) Bertrand, La Chaîne des Alpes et de la Formation du Continent Européen. Bulletin de la société géologique. 2. Ser. Bd. 15. 1887. p. 442.

5) Neumayr, Die geographische Verbreitung der Juraformation. Denkschriften der kaiserl. Akad. der Wissenschaften. Mathem.-naturw. Klasse. Bd. 50. 1885. S. 57—142.

6) Suess, Antlitz der Erde. I 1885, II 1888, III¹ 1901.

7) Koken, Die Vorwelt und ihre Entwickelungsgeschichte. Leipzig 1893.

8) Frech, Lethaea palaeozoica II. Praecambrium-Dyas. Stuttgart 1897—1902.

9) Lapparent, Traité de Géologie. 4. ed. 1900.

Umrisse der von diesen Forschern angenommenen alten Kontinente von dem jetzigen Verlaufe der Grenze des Kontinentalsockels vollständig abweichen und oft quer über die ozeanischen Tiefen verlaufen. Nur der Grosse Ozean scheint noch eine Ausnahmestellung einzunehmen, doch wird auch seine Permanenz wenigstens in bezug auf einzelne Teile nicht dauernd behauptet werden können.

Müssen wir nun annehmen, dass die Anordnung der Kontinente und Ozeane in verschiedenen Erdperioden eine verschiedene war, so drängt sich uns die Frage nach der Entwicklung derselben auf, die eng verknüpft ist mit der Frage nach der Entwicklung ihrer Lebewelt. Wollen wir aber diese Fragen beantworten, so müssen wir zunächst einen Blick auf die Methoden werfen, vermittelst deren wir uns Aufklärung über die frühere Verteilung von Land und Meer verschaffen können.

B. Methoden der Paläogeographie.

§ 2. In den Anfängen der Paläogeographie verwendete man eine sehr einfache Methode. Man sah alle die Strecken für Landgebiete einer bestimmten Periode an, die von den Sedimenten derselben nicht bedeckt waren. Folgerichtig kam man von diesem Standpunkt aus zu der Anschauung, dass ursprünglich nur kleine Inseln auf der Erde vorhanden waren, die erst allmählich zu den jetzigen Kontinenten heranwuchsen. Doch dabei übersah man einmal den Faziesunterschied innerhalb gleichaltriger Schichten und dann auch die Tatsache, dass auf weite Erstreckung hin besonders die älteren Formationen denudiert werden mussten, um das Material für die klastischen Gesteine jüngerer Erdperioden zu liefern. Die Probleme der Paläogeographie lassen sich also nicht einfach auf der geologischen Karte lösen, vielmehr müssen sie der Gegenstand einer eingehenden wissenschaftlichen Betrachtung sein. Glücklicherweise steht uns mehr als ein Weg offen, um zu Klarheit in diesen Problemen der Erdentwicklung zu gelangen und auf diese Weise sind wir in die Lage versetzt, die auf einem Wege gefundenen Resultate nachzuprüfen, wie auch in der Entwicklungsgeschichte der Organismen die Tatsachen der Ontogenese, Anatomie und Paläontologie einander stützen. Wenn nun verschiedene Wege zu demselben Ziele führen, so gibt das unseren Schlüssen einen höheren Grad von Wahrscheinlichkeit und selbst Gewissheit. Zunächst können wir uns auf die Natur der Gesteine einer Formation stützen, dann paläontologische Tatsachen als Grundlage benützen oder endlich aus der jetzigen Verbreitung der Pflanzen und Tiere Rückschlüsse auf die frühere Ausdehnung der Kontinente ziehen. Keiner dieser vier Wege kann uns allein die ganze Wahrheit erschliessen. Denn bei der petrographischen Methode fehlt uns die Kenntnis der Schichten, die den Grund der ozeanischen Becken bilden, da diese ausser durch das Wasser auch durch die jüngsten

Meeressedimente verhüllt sind; bei der paläontologischen hemmt uns die Lückenhaftigkeit des uns überlieferten Materials und bei der pflanzen- und tiergeographischen kommen wir leicht zu Trugschlüssen, wie das Beispiel einerseits von Huxley, andererseits von Wallace zeigt, und ausserdem können wir auf diesem Wege stets nur die ungefähre Verteilung von Land und Wasser ermitteln, aber nie den genauen Küstenverlauf, noch auch die Grenzen der Kontinentalsockel. Diese beiden Linien können nur durch die beiden ersten Methoden bestimmt werden, und daher werden wir sie für den grössten Teil der Erde nie mit Sicherheit feststellen können, da zunächst die ozeanischen Räume sich dieser Bestimmung entziehen, und auch auf dem Lande nur in relativ wenigen Fällen der Küstenverlauf mit genügender Sicherheit sich feststellen lässt.

1. Petrographische Methode.

§ 3. **Terrestre Ablagerungen.** Zunächst müssen wir, wie schon erwähnt, die Fazies der Gesteine einer Formation betrachten. Die Ablagerungen können terrestre sein. Hierher gehören Süsswasserbildungen, also die fluviatile und limnische Fazies, zumeist aus klastischen Gesteinen bestehend, unter denen Breccièn und grobe Konglomerate fast ausschliesslich terrester sind. Daneben treten aber auch Süsswasserkalke auf. Auf Land lassen ferner die ungeschichteten Moränen der glazialen Fazies schliessen. Die äolische Fazies, repräsentiert durch den Löss und durch Dünenbildung, ist ausschliesslich terrester. Endlich gehört hierher noch die paralische Fazies, die Ablagerungen in flachen Küstenländern, am Ufer des Meeres oder grosser Binnenseen umfasst. Hier sind die meisten Kohlengesteine entstanden, hier auch die Gesteine, die durch chemische Sedimentation des Wassers gebildet wurden, also Anhydrit, Gips, Steinsalz und die Abraumsalze. Charakteristisch sind weiter für diese Fazies die auch bei Wüstenbildungen vorkommenden Wellenfurchen oder Rippelmarken, dann netzförmige Leisten, die durch die Rissbildung der eintrocknenden Schlammschicht des Strandes verursacht wurden, Regentropfenspuren, Tierfährten und Pseudomorphosen nach Steinsalz. Wo also in einer Formation eine der genannten Fazies sich findet, können wir mit Sicherheit auf Landcharakter schliessen und die paralische Fazies gibt uns selbst einigen Aufschluss über den Verlauf der Küstenlinie. Freilich müssen wir dabei beachten, dass Kohlengesteine sich auch in ziemlicher Entfernung von der Küste bilden können. Denn ganz abgesehen von den rein terrestren Rieden und Mösern Oberdeutschlands liegen auch viele paralische Moore und Brüche Niederdeutschlands und mehrere Swamps von Florida über 100 km im Innern des Landes. Dagegen geben die zuletzt genannten Merkmale der paralischen Fazies sicherere Aufschlüsse.

§ 4. **Litorale Ablagerungen.** An die terrestren schliessen die litoralen Ablagerungen sich an. Diese finden sich im Wattengebiete, sowie

in der Flachseeregion bis zur Grenze des Kontinentalsockels, also etwa bis zur 200 m-Isobathe. Es herrschen hier noch terrigene Ablagerungen vor, Kiese, Sande und Schlamm. Von den Gesteinen der Formationen werden also neben einzelnen Konglomeraten besonders Sandsteine und Tonschiefer dieser Fazies angehören, die uns Aufschluss über die Ausdehnung der Kontinentalsockel gibt, wie die terrestren über die des eigentlichen festen Landes.

§ 5. Pelagische Ablagerungen. Auch unter den Ablagerungen der Tiefsee spielen in einem das Land 90 bis 450 km breit umgebenden Gürtel[1]) terrigene Produkte noch eine Rolle in Form von feinem Sand und Schlamm, die aber schon stark mit organogenen Elementen, Kieselskeletten und Kalkschalen von Meerestieren vermengt sind, einen graublauen Sandschlamm bildend, der durch reichliche akzessorische Bestandteile grünliche oder braunrote Färbung annehmen kann. Da diese Ablagerungen nur in der Nachbarschaft von Festländern vorkommen, so konnte man z. B. aus ihrer Auffindung durch Ross in der Nähe von Louis-Philippland und bei der grossen Eismauer[2]), sowie durch die Challenger-Expedition zwischen der Enderby-Insel und Terminationland mit Recht den Schluss auf die kontinentale Natur des antarktischen Gebietes ziehen[3]). In den Formationsreihen wird diese Fazies hauptsächlich durch Mergel, z. B. durch den kretazeischen Glaukonitmergel New-Jerseys und Westeuropas vertreten. Die Hauptmasse der pelagischen Ablagerungen wird aber durch feinen Kalkschlamm gebildet, der nach den in ihm vorherrschenden Formen als Globigerinen- und als Pterpodenschlamm bezeichnet wird, und besonders am Boden des Atlantischen Ozeans weite Flächen bedeckt. Sein geologisches Äquivalent sind die Kalksteine, die in der Hauptsache rein marinen Ursprungs sind, aber fast stets wenigstens eine geringe Beimengung von Ton aufweisen, wie wir solchen auch im Globigerinenschlamm finden. Doch ist er nicht mehr klastischen Ursprungs, vielmehr schreibt er sich von vulkanischen Ascheteilchen her, die ins Meer getrieben wurden oder submarinen Vulkanen entstammen, und von meteorischem Staube.

§ 6. Abyssische Ablagerungen. In den grössten Tiefen der Ozeane löst die unter hohem Drucke in reichlichem Masse vom Wasser absorbierte Kohlensäure den kohlensauren Kalk unter Bildung von Kalziumdikarbonat auf, und es kann also hier in der Hauptsache nur ein toniges Sediment sich ablagern, der „rote Ton“, der hauptsächlich im Grossen Ozean sehr verbreitet ist. Durch lokalen Reichtum an kieselsauren organischen Resten entsteht aus diesem der Radiolarien- und der Diatomeenschlamm. Lange Zeit hat man angenommen, dass solche Ablagerungen

---

1) Credner, Elemente der Geologie. Leipzig 1902. S. 301.

2) Ross, A voyage of discovery and research in the Southern and Antarctic regions. London 1847. I p. 244, II p. 332, 417.

3) Boguslawski, Handbuch der Ozeanographie I. 1884. S. 121.

nirgends bis über das Niveau des Meeres gehoben worden wären. Dass sie sehr häufig sind, ist selbstverständlich von vornherein nicht zu erwarten. Dagegen spricht einmal der grosse Niveauunterschied, und dann der Umstand, dass die Sedimentation in der Tiefsee ausserordentlich langsam erfolgen muss und daher nur dünne Schichten bildet, so dass in der obersten Tiefseetonschicht bereits tertiäre Haifischzähne zu finden sind. Es erklärt sich diese Erscheinung aus der oben erwähnten Entstehungsweise des roten Tones. Trotzdem kennen wir aber Schichten, die sich sehr wohl mit den abyssischen Ablagerungen vergleichen lassen. Nach Neumayr[1]) kommen als solche hauptsächlich die kambrischen Trilobitenschichten in Betracht, deren Fossilien den Charakter von Tiefseetieren zeigen; dann aber auch dünne Tonlager unter- und innerhalb von Kalkschichten, denn bei der Hebung des Meeresgrundes musste auf den abyssischen Ton pelagischer Kalk sich ablagern. Auch die Aptychenkalke und die roten Cephalopodenkalke der alpinen Trias, die nur in gefalteten Gebirgen vorkommen, sind nach Neumayr abyssisch, ebenso vielleicht einige Hornsteinbildungen, die dem Radiolarienschlamm gleichzusetzen wären. Die Vorkommnisse beschränken sich aber auf die ältesten Formationen, besonders in ungefaltetem Gebiete, ein Beweis dafür, dass seit Beginn des mesozoischen Zeitalters die Oszillationen der Erdrinde allein nicht hingereicht haben, den Boden abyssischer Tiefen bis zum Niveau des Meeresspiegels emporzuheben.

§ 7. **Zusammenfassung.** Fassen wir das Gesagte kurz zusammen, so lässt auf festes Land schliessen das Vorkommen von Löss, Dünen, Glazialbildungen, Breccien, Konglomeraten, Süsswassersandsteinen und -Kalken, Kohlen, Anhydrit, Gips, Steinsalz, auf die Nähe der Küste das Auftreten von Sandsteinen, einigen Tonschiefern und Mergeln, auf das Vorhandensein ozeanischer Flächen das Vorherrschen von Kalkgesteinen mit zwischengelagerten dünnen Tonschieferbänken. Wir sehen schon aus dieser Zusammenstellung, dass die petrographische Methode allein nicht genügt, die Kalke können im Süsswasser oder im Meere, die Tonschiefer in der litoralen oder der abyssischen Region, die Sandsteine im Süsswasser, am Meeresstrande oder durch äolische Wirkung entstanden sein. Weiteren Aufschluss muss uns in allen diesen Fällen die paläontologische Methode liefern, der wir uns nunmehr zuwenden.

2. Paläontologische Methode.

§ 8. **Faziesausbildung.** Auch unter der fossilen Fauna und Flora können wir neben den klimatischen Fazies solche nach Entwicklungshorizonten beobachten, die bei der Rekonstruierung der alten Festlandsmassen uns wichtige Dienste leisten. Die einen Organismen leben ausschliesslich auf dem Land, andere sind Süsswasserformen, wieder andere gehören der

---

[1]) Neumayr, Denkschr. d. k. Akad. Math.-naturw. Kl. Bd. 50. 1885. S. 134, 135.

Flachsee an. Alle drei Gruppen liefern Beweise für das Vorhandensein kontinentaler Gebiete. Im Gegensatz dazu stehen die pelagischen und abyssischen Lebensformen. Freilich müssen wir besonders bei den älteren Formationen mit unsern Schlüssen sehr vorsichtig sein. Denn wie wir aus der Tatsache, dass ein Organismus jetzt nur im tropischen Klima gedeiht, nicht schliessen können, dass dies auch in der Vorzeit der Fall war, so gilt gleiches auch von den Entwicklungshorizonten. Können wir diese doch nicht als getrennte Schöpfungsgebiete ansehen, vielmehr haben sich jedenfalls alle anderen Fazies aus der litoralen durch allmähliche Anpassung entwickelt. Es können also jetzt kontinentale Formen früher ozeanische gewesen sein, wie z. B. die Krokodile, welche in triasischen und jurassischen Schichten vorkommen, die nach ihrem petrographischen und paläontologischen Habitus zweifellos marinen Ursprungs sind, während jetzt diese Reptilien nur innerhalb der Kontinente sich finden. Ebenso können Reste von Landbewohnern in marinen Schichten gefunden werden, in die sie durch Einschwemmung oder durch die Wirkung des Windes gelangt sind. Das letzte ist z. B. der Fall bei Insekten und bei Blättern, Blüten und Früchten von Landpflanzen. Immerhin werden aber diese Reste nur in ufernahen Schichten zu finden sein, und auch sonst lässt bei den meisten Organismen der Entwicklungshorizont sich feststellen. Säugetiere, Vögel, Reptilien und Amphibien sind vorwiegend terrester. Von den ersten leben im litoralen Gebiete die Sirenen, in diesem und im pelagischen Flossenfüsser und Wale. Unter den Reptilien finden wir marine Vertreter in den Ordnungen der Krokodile, der Lepidosaurier (besonders die Mosasauriden), der Schildkröten, der Sauropterygier und besonders der Ichthyosaurier. Bei den Fischen sind kontinentale und ozeanische Formen systematisch nicht scharf zu trennen. Die Ganoiden sind zwar jetzt alle kontinentale Fische, dies war aber bei den in früheren Erdperioden lebenden nicht durchaus der Fall. Gleiches gilt auch von den Dipnoern, während die Selachier fast vollständig marin sind. Unter den Arthropoden finden wir nur bei den Crustaceen ozeanische Formen, unter diesen aber auch wieder sehr viele. Von den Mollusken sind die Cephalopoden ausschliesslich ozeanisch, ebenso die Mehrzahl der Schnecken und Muscheln. Von den letzteren fallen freilich sehr viele in die litorale Region, und von den ersteren sind die Pulmonaten Landbewohner, ganz abgesehen von den zahlreichen Süsswasserformen. Marin sind auch die Brachiopoden, Tunikaten und Bryozoen, sowie die Kreise der Echinodermen und Cölenteraten, letztere mit den spärlichen Ausnahmen der Süsswasserschwämme und der Hydra. Dagegen zeigen die Würmer nur relativ wenige ozeanische Formen besonders in der Klasse der Anneliden. Unter den Urtieren aber weisen die Rhizopoden zumeist marine Formen auf. Das Pflanzenreich ist mit Ausnahme der Algen rein kontinental[1]. Mit Hilfe dieser

[1]) Vergl. hierzu § 127—131.

Tatsachen sind wir also in den Stand gesetzt, mit ziemlicher Sicherheit die Region zu bestimmen, in der eine Schicht abgelagert worden ist, und zwar um so besser, je mehr Fossilien in ihr uns überliefert sind. Denn bei wenigen Formen können wegen der nahen Verwandtschaft einiger Süsswasser- und Meerformen, sowie wegen der zeitlichen Variabilität ihrer Lebensbedingungen leicht Irrtümer unterlaufen, deren Gefahr bei einem reichhaltigeren Material vermieden wird, besonders wenn darin Formen enthalten sind, an deren marinem Ursprung nicht zu zweifeln ist. Hier sind in erster Linie abyssische Tiere zu nennen, die entweder nur rudimentäre oder auch sehr grosse Augen besitzen, entsprechend dem absoluten Mangel an Sonnenlicht in diesen Tiefen, das nur kümmerlich durch das Licht selbstleuchtender Tiere ersetzt wird. Ein anderes Kennzeichen für Tiefseetiere sind ausserordentlich lange Tastorgane und Gliedmassen, sowie bei den höher organisierten Tieren ein sehr weitgespaltener Rachen. Auch gibt es ganze Gruppen von Tieren, die vorwiegend in der Tiefsee leben, wie die Hexaktinelliden. Schichten, in denen diese vorkommen, sind also zweifellos marin und ebenso alle Tierformen, die in diesen vorkommen. Wenn auch nicht für Tiefseeablagerungen, so können wir doch wohl als für pelagische Ablagerungen charakteristisch die Echinodermen und die meisten Cölenteraten ansehen, durch die die mit ihnen vergesellschafteten Tiere sich als ebenfalls pelagisch dokumentieren. Können wir nun auch auf den bisher angegebenen Wegen für die Gebiete die ozeanische oder kontinentale Natur in einer bestimmten Erdperiode nachweisen, in denen Sedimente desselben sich finden, so helfen sie uns für die viel ausgedehnteren Flächen nichts, in denen die Sedimente durch Denudation abgetragen oder überhaupt nicht zur Ablagerung gelangt sind, also gerade da, wo trockenes Land sich befand. Doch auch hier kann die paläontologische Methode uns zu einigermassen sicheren Resultaten führen.

§ 9. Verwandtschaft von Landorganismen. In diesem Falle müssen wir die verwandtschaftlichen Beziehungen der lokalen Faunen einer Formation untersuchen. Betrachten wir zunächst die Landorganismen, so lassen sich einmal die Fälle paläogeographisch verwerten, in denen auf verhältnismässig kleine Entfernungen grosse Unterschiede in der Fauna und Flora zu beobachten sind. Zwischen den beiden in Betracht kommenden Gebieten muss sich dann während der betreffenden Periode der Erdgeschichte eine trennende Schranke befunden haben. Diese kann durch Meer gebildet worden sein, freilich auch durch Wüsten oder hohe Gebirge, und es ist deshalb in jedem einzelnen Falle zu erwägen, inwieweit die in beiden Gebieten verschiedenartig entwickelten Formen durch diese Schranken gehemmt werden konnten. Natürlich darf auch die Frage nicht ununtersucht gelassen werden, ob wir es nicht einfach mit einer Faziesbildung zu tun haben. Irrtümer sind also bei dieser Methode leicht, und wir werden uns oft genötigt sehen, bisher geltende Ansichten zu revidieren. Die Methode würde, allein angewendet,

uns nur sehr langsam zum Ziele führen, zusammen mit den andern aber kann sie uns erspriessliche Dienste leisten, indem sie die auf anderem Wege gefundenen Resultate nachzuprüfen gestattet, und entweder ihre Wahrscheinlichkeit erhöht oder ihre Unrichtigkeit uns nachweist. Noch weniger können wir sichere Schlüsse aus der nahen Verwandtschaft zweier räumlich getrennten Gebieten angehörigen Formen ziehen. Es stellen hier alle die Schwierigkeiten sich ein, die wir aus der Biogeographie kennen. Zwei Länder können gleiche oder wenigstens sehr ähnliche Lebensformen aufweisen, ohne dass sie deshalb in direkter Verbindung gestanden haben müssen. Sie können ja beide die übereinstimmenden Organismen aus einem dritten Gebiete durch frühere Wanderungen erhalten haben, wofür z. B. die jetzige Verbreitung der Tapire ein auffälliges Beispiel bietet. Für die Verbindung zweier Landgebiete können wir also im allgemeinen durch die paläontologische Methode vermittelst Untersuchung der Landorganismen keine Beweise erbringen. Nur in einem Falle ist das möglich, nämlich wenn in einem Lande eine neue Fauna oder Flora ganz unvermittelt und in grosser Differenzierung erscheint, wie die phanerogamen Angiospermen in der oberen Kreideformation Europas und Nordamerikas, viele Cryptogamen im Perm derselben Länder, die nordamerikanischen Tiertypen in der araukanischen Formation Südamerikas. Können wir in diesem Falle nachweisen, dass dieselben Formen schon vorher in einem anderen Gebiete der Erde sich entwickelt hatten, so werden wir zu dem Schlusse geführt, dass beide Gebiete in Landverbindung miteinander getreten sind und so ihre Lebensformen austauschen konnten. Lässt sich dagegen das Entwicklungsgebiet der neuen Fauna und Flora nicht nachweisen, so müssen wir annehmen, dass es in einem jetzt vom Ozeane bedeckten Gebiete gelegen war, und nach der Art der Verbreitung der Organismen werden wir meist wenigstens die ungefähre Lage des Entwicklungszentrums ermitteln können.

§ 10. Verwandtschaft von Meerorganismen. Konnten wir aus der Verwandtschaft der Landorganismen hauptsächlich Schlüsse auf die getrennte Lage zweier Festlandsgebiete ziehen, so können wir in gleicher Weise aus der Verteilung der Meerorganismen schliessen. Sind diese auf geringe Entfernungen hin sehr verschieden, ohne dass Faziesunterschiede vorhanden sind, so müssen wir annehmen, dass zwischen den beiden betrachteten Meeresgebieten eine Schwelle sich befand, dass also hier zwei kontinentale Räume in Verbindung standen. Andererseits lässt das plötzliche Auftreten fremder Formen auf eine neu geöffnete Meeresverbindung, also auf eine Trennung der Festländer schliessen. Aus dem Gesagten ergibt sich, dass wir durch die Betrachtung der verwandtschaftlichen Beziehungen der Lebewesen in der Hauptsache nur die oberflächliche Verteilung von Land und Wasser untersuchen können, während über die Ausdehnung der Kontinentalsockel höchstens aus der Verbreitung der rein pelagischen Formen Schlüsse zu ziehen sind.

3. Pflanzengeographische Methode.

§ 11. **Faziesausbildung.** Auf die frühere Verteilung von Land und Wasser können wir auch aus der jetzigen Verbreitung der Pflanzenformen Schlüsse ziehen, doch führt diese Methode zu nicht allzu sicheren Resultaten. Denn einmal sind die Pflanzen mehr von Klima und Feuchtigkeit, sowie von der chemischen Beschaffenheit des Bodens ihres Standortes abhängig, als von irgend einem anderen Faktor. Aus diesem Grunde braucht bei ihnen kein Formenaustausch einzutreten, wenn zwei bisher getrennte Gebiete in eines sich vereinen. Nur sehr langsam können die Pflanzen neuen Lebensbedingungen sich anpassen, und schwer nur gelingt es einer neuen Pflanzenart, sich im Kampfe gegen die bereits eingebürgerten Lebensgemeinschaften zu behaupten, wenn sie nicht ähnliche Verhältnisse vorfindet wie in ihrer Heimat. Es werden also nur sehr langsame Wanderungen zwischen verschiedenen Klimazonen, zwischen Gebieten von verschieden hohem Feuchtigkeitsgrade und von einer Bodenformation zur andern erfolgen. Dagegen kann bei ähnlichen Bedingungen die Verbreitung einer Pflanzenform eine ausserordentlich rasche sein, wie das Beispiel der Elodea canadensis es uns zeigt.

§ 12. **Geringe Beschränkung in der Ausbreitung.** Spielt einerseits die Faziesausbildung bei der Pflanzenverbreitung eine grosse Rolle und verhindert einen raschen Florenausgleich zwischen neuverbundenen Ländern, so ist andererseits die Pflanzenverbreitung durch manche Schranken weniger gehemmt als die der Tiere. Besonders die Samen und Sporen der Pflanzen sind einer weiten Verbreitung gut angepasst und mit den verschiedensten Organen ausgestattet, um dieselbe zu gewährleisten. Diese Verbreitung wird in der Hauptsache durch den Wind bewirkt, am ausgiebigsten natürlich bei den winzigen Sporen der niederen Pflanzen, die deshalb auch grösstenteils kosmopolitische Verbreitung zeigen, an der allerdings auch ihr hohes geologisches Alter nicht ohne Anteil ist. Neben der Verbreitung durch den Wind tritt die durch Wasserströmungen weit in den Hintergrund. Transozeanisch können nur wenige Samen durch Strömungen verbreitet werden, da die meisten Früchte durch die Einwirkung des Meerwassers ihre Keimfähigkeit einbüssen. Als wichtige Ausnahme ist die Kokosnuss allgemein bekannt. Dagegen können ganze Pflanzen durch Meerestriften von einem Lande zum andern geführt werden und hier Wurzel fassen, wenn die Lebensbedingungen ihnen günstig sind, ein Fall, der jedenfalls nur selten eintritt, der aber bei der ausserordentlichen Länge der geologischen Perioden hinreicht, der ursprünglichen Flora eine Menge fremdartiger Elemente zuzuführen, ohne dass das Land mit der Heimat der eingewanderten Formen in direkter Verbindung gestanden hätte, ja beide sind vielleicht immer auf tausende von Kilometern durch das Meer getrennt gewesen. Die Verbreitung der Pflanzen durch wandernde Tiere, besonders durch Vögel, kann sich zwar auf dem Lande über grosse

Flächen erstrecken, dagegen werden auf diesem Wege kaum weite ozeanische Räume überschritten werden.

§ 13. **Gleichartige Tertiärflora.** Eine weitere Schwierigkeit bei der Anwendung der pflanzengeographischen Methode bietet die Tatsache, dass die jetzigen Florenreiche in der Tertiärzeit nicht so scharf abgegrenzt erscheinen, als in der Jetztzeit, dass vielmehr damals eine fast gleichartige Mischflora die Erde bewohnte, soweit wir auf ihr tertiäre Pflanzenreste kennen[1]. Besonders auffällig ist in dieser Beziehung das Verhältnis von Europa und Australien, die jetzt ausserordentlich verschiedene Floren aufweisen, während in der Tertiärzeit die Florenelemente gemengt auftreten. So finden wir in tertiären Schichten Australiens Reste von Quercus und Fagus, von denen die erste auf diesem Kontinente jetzt ganz verschwunden ist und die zweite statt durch 6 nur noch durch 3 Arten vertreten ist[2]. Noch häufiger sind australische Elemente in der europäischen Tertiärflora. So finden wir hier aus der für Australien charakteristischen Familie der Proteazeen die Gattungen Banksia, Dryandra und Lomatia vor, die auch in anderen Gebieten tertiäre Vertreter haben. Ebenso scheinen auch die spezifisch australischen Epakrideen im europäischen Tertiär Reste hinterlassen zu haben[3]. Aus diesem Grunde lassen sich also vom Standpunkte der Pflanzengeographie nur wenige Schlüsse auf die tertiäre Paläogeographie ziehen. Einen grösseren Nutzen kann sie uns erst bringen, wenn wir die geographische Verbreitung älterer Pflanzenformen verfolgen, wenn wir also die pflanzengeographische mit der paläontologischen Methode verbinden. So hat uns z. B. die Verbreitung der sogenannten Glossopteris-Flora wertvolle Aufschlüsse über die mutmassliche Ausdehnung der südlichen Landmassen während des letzten Teiles des paläozoischen Zeitalters gegeben.

4. Tiergeographische Methode.

§ 14. **Faziesausbildung.** Auch in der Tiergeographie werden die Schlüsse aus verwandtschaftlichen Beziehungen getrennter Faunen durch Faziesbildung erschwert. Zunächst werden manche Tiere, wenn auch meist in geringerem Grade als die Pflanzen, direkt in ihrer Verbreitung durch die Temperatur beeinflusst. Ein charakteristisches Beispiel hierfür liefern uns unter den Meerestieren die riffbauenden Korallen der Jetztzeit. Überhaupt sind es meist niedriger organisierte Tiere, die hier in Betracht kommen, wie diese auch fast allein direkt durch den Grad der Feuchtigkeit in ihrer Verbreitung bestimmt werden. Viel wichtiger ist die indirekte Beeinflussung der Ausbreitung der Tiere, die durch die Beziehungen

---

[1] Vergl. hierzu v. Ettinghausen, Zur Theorie der Entwicklung der jetzigen Floren der Erde aus der Tertiärflora. Sitzungsberichte der Mathem.-naturw. Klasse der k. Akad. d. Wissensch. Bd. 103. Abt. 1. Wien 1894. S. 303—392.

[2] Ettinghausen, S. 340.

[3] Ebenda S. 378.

zwischen Fauna und Flora hervorgebracht wird und demnach in erster Linie die Pflanzenfresser trifft. Von diesen bedarf jede Form bestimmter Pflanzen zu ihrer Ernährung, und ist folglich in ihrer Ausbreitung durch die ihrer Nahrungspflanzen beschränkt. In erster Linie kommt hier wieder die Temperatur in Betracht. Wäre diese Beeinflussung der Tierverbreitung nicht vorhanden, so müssten wir z. B. im grössten Teile Nordamerikas östlich vom Felsengebirge eine einheitliche Fauna besitzen, da hier alle die Hindernisse fehlen, die in anderen Kontinenten eine Vermischung der einzelnen Länderfaunen verhüten. In Wirklichkeit ist aber der Unterschied in nordsüdlicher Richtung östlich vom Felsengebirge grösser als der der Länder zu beiden Seiten dieses Gebirgszuges, wenigstens in Britisch-Nordamerika. Dadurch sind ja einzelne Tiergeographen sogar veranlasst worden, das Gebiet der Union als selbständige Region zu betrachten, die Heilprin[1]) als Sonorische, Blanford[2]) als Medio-Kolumbische bezeichnete, im Gegensatz zu den kanadischen Gebieten, die beide der holarktischen bezw. aquilonianischen Region zuzählten. Freilich findet ein vielfaches Ineinandergreifen beider Gebiete statt, so dass Lydekker[3]) sich gezwungen sieht, zwischen beiden eine Übergangszone anzunehmen, da sich eine scharfe Grenze wie bei anderen Regionen hier nicht ziehen lässt. Eine solche allmähliche Umänderung der Fauna mit wechselnder Breite beim Fehlen von natürlichen Hindernissen lässt sich aber eben am einfachsten durch die Beeinflussung der Tierausbreitung durch die Temperatur erklären; die Annahme, dass das sonorische Gebiet sich früher von der holarktischen Region abgetrennt habe[4]), ist jedenfalls nicht notwendig. Weitere Beispiele für den Einfluss der Temperatur liefern uns polare und alpine Tiere, unter denen wir an jetzt voneinander isolierten Lokalitäten oft gleiche oder nahe verwandte Typen finden, die hier unter günstigen Lebens- und besonders Temperaturbedingungen sich erhalten konnten, während sie in den Zwischenländern verschwunden sind.

Ein wichtiger indirekter Faktor ist auch die Feuchtigkeit, die besonders bei den waldliebenden Tieren auf die Verbreitung einen wesentlichen Einfluss ausübt, da Wald nur dort sich behaupten kann, wo das ganze Jahr hindurch reichliches Wasser vorhanden ist. Ein bekanntes Beispiel für diesen Einfluss ist die auffällige Ähnlichkeit der Fauna der waldreichen Guineaküste und des Kongogebietes mit der der malaiischen Inselwelt. Die Verwandtschaft dieser Gebiete ist weit grösser als die des Savannengebietes von Ostafrika mit Vorderindien[5]). Beispiele hier-

---

1) Heilprin, The Geographical and Geological Distribution of Animals. International Scientific Series. London 1887.

2) Blanford, Anniversary Address to the Geological Society. Proc. Geol. Soc. 1890. p. 76.

3) Lydekker, G. H. of M. Deutsche Ausgabe v. Siebert. 2. Aufl. 1901. S. 488.

4) Ebenda S. 512.

5) Ebenda S. 349—351.

für liefern uns die Anthropomorphiden, die Nycticebinen, die Viverriden und die Traguliden. Ähnlich wie die Waldtiere sind auch die Steppentiere in ihrer Ausbreitung durch den Feuchtigkeitsgrad der Länder bestimmt, wir können also aus der Verschiedenheit zweier Faunen nicht ohne weiteres den Schluss ziehen, dass beider Gebiete voneinander isoliert gewesen sein müssen, während wir eine Übereinstimmung jetzt getrennter Gebiete durch den Einfluss von Temperatur und Feuchtigkeitsgrad allein nicht erklären können.

Auch die Beschaffenheit des Bodens kann einen indirekten Einfluss auf die Verbreitung der Tierwelt ausüben, indem einmal von seiner Durchlässigkeit für das Wasser die Ausbildung von Wald- oder Steppengebieten mit abhängig ist, und dann seiner chemischen Beschaffenheit bestimmte Pflanzenformen angepasst sind. Der letzteren Beeinflussung unterliegen in erster Linie Tiere, die spezielle Nährpflanzen haben wie z. B. die Raupen der Schmetterlinge.

Wie schon oben erwähnt, finden wir diese Faziesunterschiede hauptsächlich bei den Pflanzenfressern ausgeprägt, wenn auch nicht ausschliesslich, wie die Verwandtschaft der Viverriden Westafrikas und der ostindischen Inseln zeigt. In der Hauptsache sind aber die Fleischfresser, besonders die grösseren fast unabhängig von den oben angeführten Beeinflussungen, da sie alle polyphage[1]) Tiere sind. Der Tiger lebt in Indien wie am Baikalsee, im tropischen Waldgebiete von Hinterindien, Sumatra und Java, wie in den regenarmen Gebieten Innerasiens, der Löwe findet sich im waldreichen Westafrika, im Savannengebiete Ostafrikas und in den angrenzenden trockenen subtropischen Ländern. Puma und Jaguar finden sich unabhängig von Temperatur und Florengebiet in fast ganz Südamerika und im Südwesten Nordamerikas. Fast die gleiche Verbreitung hat die Maracaya, eine etwas kleinere der Ozelot. In der alten Welt bietet endlich unter den grösseren katzenartigen Raubtieren der Panther noch ein Beispiel sehr weiter Verbreitung. Ausser aus der ausgeprägtesten Raubtierfamilie liessen sich auch aus anderen Beispiele für die geringere Beeinflussung der Ausbreitung von Fleischfressern durch meteorologische Ursachen aufzählen, doch möge an dieser Stelle die Angabe der obengenannten Feliden genügen.

§ 15. **Trennung durch Meer.** Aus dem Gesagten ergibt sich, dass bei einem Faziesunterschiede infolge von Temperatur und Feuchtigkeit die betreffenden Länder doch manche Übereinstimmung in den Fleischfressern aufzuweisen haben werden. Grösser wird der Unterschied zweier Faunen werden, wenn ihre Gebiete durch nicht oder schwer überschreitbare Schranken voneinander getrennt werden oder in der letzten erdgeschichtlichen Vergangenheit voneinander getrennt gewesen sind. Die grösste Schranke ist jederzeit das Meer gewesen, das für die Mehrzahl der Land- und Süsswassertiere schon auf geringe Ent-

[1]) Vergl. Maas, Streitfragen der Tiergeographie. Geogr. Zeitschr. 1892. S. 128.

fernungen unüberschreitbar ist. Trotzdem sehen wir aber, dass in jetzt durch Meer getrennten Gebieten ähnliche oder gar gleiche Formen sich finden, deren Vorkommen wir erklären müssen. Die Ursache dieser Erscheinung kann eine sehr verschiedene sein. Zunächst kann eine Verbreitung über das Meer hinweg erfolgt sein, die besonders von Wallace oft herangezogen werden musste, infolge des Prinzips von der Permanenz der Ozeane. Zweifellos können einzelne Tiere nicht zu breite Meeresräume überschreiten, in erster Linie die Luftbewohner. Diese Überschreitung kann entweder eine aktive oder passive sein. Aktiv sind über Meeresflächen hinweggeflogen die Fledermäuse und Vögel, deren Verbreitung daher auch zum Teil wesentlich von der der landbewohnenden Säugetiere abweicht. So sind von beiden die polynesischen Inseln erreicht worden, die vollständig aller einheimischen Landsäugetiere ermangeln. Doch sind der Flugkraft der Tiere Schranken gesetzt und infolgedessen verarmt auch diese Fauna im allgemeinen immer mehr, je weiter wir uns vom Festlande entfernen und je kleiner die Landflächen werden, je schwerer sie also von wandernden oder verschlagenen Tieren gefunden werden konnten und je weniger günstige Lebensbedingungen sie diesen boten. Am weitesten haben sich natürlich die Vögel verbreiten können, die dem Leben in ozeanischem Gebiete direkt angepasst sind wie Möven und Sturmvögel. Ähnlichen Verbreitungsbedingungen wie Vögel und Fledermäuse waren auch die jurassischen und kretaceischen Pterosaurier unterworfen.

War bei den genannten Tiergruppen die Verbreitung über das Meer in der Hauptsache eine aktive, wenn natürlich oft auch Verschlagungen vorgekommen sein werden, dürfte bei den Insekten die passive Verbreitung durch den Wind eine grössere Rolle gespielt haben, eine Erscheinung, auf die bereits Humboldt[1]) hingewiesen hat, indem er erwähnt, dass Insekten sowohl in horizontaler als in vertikaler Richtung durch den Wind weit verschlagen worden sind. Kommen sie dabei in ihnen zusagende Gebiete, in denen es ihnen besonders auch nicht an passender Nahrung fehlt, so können sie sich hier ansiedeln; es erklärt sich also dadurch die weite Verbreitung einiger Insektenfamilien und selbst -Gattungen[2]) wie der Nymphaliden, Papilioniden, Hesperiden und Sphingiden mit Pyrameis, Papilio, Hesperia und Pamphila, Macroglossa und Chaerocampa, die doch alle nur ein geringes geologisches Alter besitzen können, da vor dem Auftreten von Blütenpflanzen, das während der Kreideformation stattfand, Schmetterlinge auf der Erde keine passenden Lebensbedingungen vorgefunden hätten. Eine passive Verbreitung konnte aber auch bei nicht fliegenden Tieren durch Verschleppung bewirkt werden, in erster Linie natürlich bei Tieren, die als Schmarotzer

[1]) v. Humboldt, Ansichten der Natur, 1849, Ideen zu einer Physiognomik der Gewächse, Erläuterung I.

[2]) Wallace, G. D. A. D. A. I. S. 40–41.

von ihren Wirten transportiert wurden, wie manche Milben, dann aber auch bei kleinen Mollusken, die an den Füssen von Wasservögeln angeheftet, durch diese von einem Lande auf ein anderes übertragen werden können[1]).

Die Verbreitung von lebenden Organismen über das Meer kann aber statt durch die Luft auch im Wasser selbst erfolgen. Diese Erklärung von Tierverbreitung durch Triften, mögen diese nun das Tier direkt oder auf Flössen über das Meer geführt haben, ist besonders von Wallace häufig angewandt worden, beziehentlich musste von ihm angenommen werden, um das Prinzip von der Permanenz der Ozeane aufrecht zu erhalten. Schmale Meeresarme können von grösseren Tieren, die gute Schwimmer sind, wie von Jaguaren, Tigern, Eisbären, Elefanten, Hirschen und Schweinen[2]), auch aktiv überschritten werden, doch wird in diesem Falle nur dann auf eine dauernde Besitzergreifung des erreichten Landes durch die betreffende Tierform gerechnet werden können, wenn wenigstens zwei Individuen von verschiedenem Geschlechte dorthin gelangt sind. Auch sind nur schmale Meeresarme für diese Tiere überschreitbar. Grössere Entfernungen können natürlich von Tieren auf Flössen zurückgelegt werden, wie sie die tropischen Flüsse, die durch Waldgebiet hindurchströmen, oft massenhaft ins Meer tragen. Da man z. B. an der Nordküste von Borneo schon Flösse von 30 m Länge beobachtet hat[3]), so können diese selbst grösseren Tieren Platz bieten. Auf einer weiten Reise würden diese freilich durch Nahrungsmangel zugrunde gehen, während kleinere Tierformen ihr Leben leichter fristen können. Da die letzteren zumeist auch viel fruchtbarer sind, so werden sie auch aus diesem Grunde leichter, durch eine Trift zu neuem Lande getrieben, auf diesem sich dauernd ansiedeln können. Auf diese Weise dürfte sich z. B. am einfachsten die kosmopolitische Verbreitung der Myomorphen erklären, die selbst Australien und Madagaskar erreicht haben, in denen doch sonst die höheren Säugetiere fast vollständig fehlen. Immerhin haben hier nur verhältnismässig nicht breite Meeresräume überschritten werden müssen. Dagegen erscheint uns Ortmanns Auffassung unwahrscheinlich, der die auffallende Ähnlichkeit der Süsswasserdekapoden des atlantischen Südamerika und Westafrikas dadurch zu erklären sucht, dass die Larven dieser Tiere mit den Meeresströmungen gewandert seien[4]). Zweifellos gibt es viele Süsswassertiere besonders unter den Mollusken, die lange Zeit den Einwirkungen des Seewassers widerstehen können, ohne ihre Lebensfähigkeit einzubüssen, wie dies Versuche von Darwin gezeigt haben[5]). Aber obwohl die gedeckelte Lungenschnecke Cyclostoma elegans nach diesen Versuchen

1) Wallace, G. D. A. D. A. I. S. 38.
2) Lydekker, G. H. M. D. A. S. 19.
3) Ebenda S. 20.
4) Ortmann, Grundzüge der marinen Tiergeographie. Jena 1896. S. 84.
5) Wallace, G. D. A. D. A. I. S. 39.

einer vierzehntägigen Einwirkung des Seewassers widerstand, hat dieses in England und Frankreich häufige Tier auf Irland nicht Fuss fassen können, obwohl an dessen Küste wiederholt schon Schalen von ihm gefunden worden sind. Bei der grossen Widerstandsfähigkeit der Schnecke müssen wir annehmen, dass ausser leeren Schalen auch lebende Tiere nach Irland getrieben worden sind[1]). Das Fehlen der Schnecke in Irland zeigt uns also, dass das glückliche Erreichen eines neuen Landgebietes noch nicht hinreicht, um einer Tierform ein neues Siedelungsgebiet zu erschliessen, dass also durch Triften nur in wenigen günstigen Fällen eine Erweiterung desselben zu erwarten ist. Aus allen diesen Gründen sind viele neuere Tiergeographen dazu geführt worden, der passiven Verschleppung nur wenig Wert beizulegen, wenn dieselbe auch nicht vollkommen abgeleugnet werden kann.

In den polaren Gebieten kann endlich eine Verbreitung über das Meer vermittelst des Eises erfolgen, das z. T. wenigstens zeitweise die einzelnen Inseln landfest mit dem Festlande verbindet. Wir finden aus diesem Grunde auch eine fast vollkommene Übereinstimmung in der arktischen Fauna der alten und der neuen Welt. Ein auffällige Ausnahme bildet der Moschusochse, der nach Lydekker „trotz seiner ausgedehnten Eiswanderungen nie Grönland erreicht hat“[2]), während er nach Nordenskiöld jetzt wenigstens noch im Norden dieser Insel vorkommt, die er früher auch weiter im Süden bewohnte[3]), eine Ansicht, mit der auch die Angabe über die Verbreitung der Oviden in Berghaus' physikalischem Atlas übereinstimmt[4]). Dagegen überschreitet das Tier jetzt nicht mehr die Beringstrasse, während er während der Diluvialzeit in Nordasien und Europa lebte.

Es ergibt sich aus dem Vorhergehenden, dass eine Ausbreitung von Tieren über das Meer mit grossen Schwierigkeiten zu kämpfen hat, die um so grösser werden, je breiter die zu überschreitende Strecke wird und ganz unüberwindbar, wenn es sich um die Überschreitung ganzer Ozeane handelt. Die Anhänger der Permanenz der Ozeane mussten also noch andere Wege zur Erklärung von weit getrennten Vorkommnissen verwandter Formen aufsuchen. Eine Erklärung fand sich in dem früheren Kosmopolitismus oder wenigstens in der früheren weiteren Verbreitung einiger jetzt in getrennten Arealen vorkommenden Tiergruppen. So lebten die jetzt auf das tropische Südamerika und auf Indonesien beschränkten Tapiriden in der Tertiärzeit auch in Europa und Nordamerika, wo sie ihre eigentliche Heimat haben; ebenso waren die jetzt nur im australischen Gebiete und im südlichen Amerika vorkommenden Beuteltiere früher auch in den nördlichen Erdteilen ver-

---

[1]) Scharff, Proc. I. Acad. 1902. p. 296.
[2]) Lydekker, G. H. M. D. A. S. 22.
[3]) Nordenskiöld, Grönland. Leipzig 1886. S. 342.
[4]) Berghaus, Phys. Atl. 1887. Nr. 52.

breitet. Gleiches gilt von den jetzt ausschliesslich in den drei Süderdteilen sich findenden Lungenfischen. Auch die Verbreitung vieler wirbellosen Tiere lässt auf ein einst grösseres Verbreitungsareal schliessen[1]). Einen ähnlichen Weg schlugen die Tiergeographen ein, die an eine polare Ausstrahlung der Lebensformen dachten. Sie gingen davon aus, dass von Nord nach Süd die Unterschiede zwischen den Erdteilen in der Fauna immer grösser werden, wenigstens was die warmblütigen Wirbeltiere anlangt, und ähnliches gilt für die höchstentwickelten Pflanzen. Während im eigentlich polaren Gebiete dieselben Formen rings um die ganze Erde verbreitet sind, finden wir weiter nach Süden fortschreitend vikariierende Arten, dann Gattungen, Familien und selbst Unterordnungen, wie bei den Edentaten. Dabei beobachten wir, dass die im Süden lebenden Formen altertümlicher gebaut sind als die nördlichen, und dass sie in früheren Formationen bei uns gelebt haben. Wir brauchen hier nur an die eigentümlichen Reliktentypen Hatteria, Ceratodus und Trigonia zu erinnern. Es macht also den Eindruck, als seien die Tierformen, eine der andern folgend, südwärts gewandert, dabei in getrennten Landgebieten sich immer stärker differenzierend. Natürlich können auf diese Weise in durch breite ozeanische Flächen getrennte Länder verwandte Formen einwandern. Doch dieses Gesetz ist nicht allgemein gültig. Wohl liegt in der Neuzeit der Erde das Hauptentwicklungszentrum der Erde auf der nördlichen Halbkugel, wo ja auch die grösste Landanhäufung stattfindet, in früheren Perioden der Erdgeschichte, im Paläozoikum und im grössten Teile des Mesozoikums dagegen muss dieses im Gegenteil im Süden gesucht werden. Insbesondere spricht die Verbreitung der Reptilien und Amphibien, deren Entwicklung mindestens bis aufs Karbon zurückführt, gegen eine polare Ausstrahlung[2]) Kein Tier dieser beiden Wirbeltierklassen überschreitet den Polarkreis, keins erreicht die Beringstrasse, über die bei der angenommenen Permanenz der Ozeane der Ausgleich der östlichen und westlichen Fauna hätte erfolgen müssen; als nördliche Grenze beider Klassen können wir im allgemeinen den 60. Breitengrad ansehen, und die meisten Familien sind auf tropische und subtropische Gebiete beschränkt. Dieselbe Erscheinung sehen wir auch bei der Verbreitung der Süsswasserfische, deren geologisches Alter ja noch grösser ist, als das der Reptilien und Amphibien. Bei diesen Tieren können wir also eine polare Ausstrahlung nicht zur Erklärung der auffälligen Ähnlichkeiten z. B. zwischen Südamerika und Afrika benützen, und da die meisten der in Betracht kommenden Formen in den gemässigten Zonen auch in tertiären Schichten nicht nachweisbar sind, und eine Verbreitung über den südatlantischen Ozean hinweg ausgeschlossen ist, so bleibt uns nur die Möglichkeit

---

[1]) Stoll, Zur Zoogeographie der landbewohnenden Wirbellosen. Berlin 1897. S. 8.

[2]) Palacky, Über neue Resultate der Verbreitung der Reptilien. Verh. der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte. Nürnberg 1893. Bd. II, 1. Leipzig 1894. S. 129. 130.

übrig, eine alte direkte Landverbindung anzunehmen, also die Lehre von der Permanenz der Ozeane aufzugeben. Im folgenden werden wir sehen, inwieweit wir gezwungen sind, uns dieses Weges zur Erklärung der Tierverbreitung zu bedienen.

§ 16. **Trennung durch andere Schranken.** Doch das Meer ist nicht die einzige Schranke, die der Verbreitung der Tierformen gesetzt ist. Fast unüberschreitbar sind für zahlreiche Tiere die grossen Wüsten, die ebenso wie das Meer zwei ganz verschiedene Faunen voneinander scheiden können, wie die Sahara die Tierwelt des tropischen Afrika von der der Randländer des Mittelmeeres. Kleinere Wüsten haben wenigstens für einzelne Tierformen als Schranken gewirkt. Eine ebenfalls sehr wichtige Schranke bilden hohe Gebirge, nicht nur wegen ihrer vertikalen Erhebung, sondern auch durch die auf ihren Höhen eintretende Temperaturerniedrigung, durch die in ihnen beträchtlich zunehmende Feuchtigkeit und durch das Zurückgehen und zum Teil vollständige Verschwinden des Pflanzenwuchses. Besonders wenn die Gebirge in äquatorialer Richtung verlaufen, werden sie als Schranken wirksam, wie das Himalayagebirge oder in kleinerem Masstabe Pyrenäen, Alpen, Balkan und Kaukasus. Schranken von geringerer Bedeutung bilden grosse Flüsse. So hat weder Hydrochoerus von Uruguay noch Lagostomus von Argentinien aus den Rio de la Plata überschritten, trotzdem der erste Nager dem Wasserleben angepasst ist[1]. Auch Vögel sind in ihrer Ausbreitung zuweilen durch Flüsse beschränkt, von denen man dies doch am wenigsten erwarten sollte, so im Waldgebiete von Südamerika z. B. die Kolibris[2]. Als partielle Schranken haben wir noch offenes Gelände und Ebenen zu erwähnen. Durch ersteres werden Waldtiere in ihrer Ausbreitung behindert. So sollen nach Wallace z. B. die waldliebenden Bären und Hirsche vom Eindringen in das tropische Afrika abgehalten worden sein, deren Fehlen eines der charakteristischsten negativen Kennzeichen der sogen. äthiopischen Region ist. Die Ebenen scheiden dagegen die Bergtiere, die in weit voneinander entlegenen Arealen oft sehr ähnlich sind, wie die Steinböcke der Alpen und des Kaukasus, die Arten von Hemitragus in Oman, in den Nilgiri und im Himalaya[3]. Auch diese Schranke scheint viele bergbewohnende Tiere wie Schafe und Ziegen vom Eindringen in das tropische Afrika abgehalten zu haben.

§ 17. **Abgrenzung von Tierregionen.** Schon das Vorhandensein so mannigfacher Schranken für die einzelnen Tiergruppen macht es erklärlich, dass es auf der Erde sehr verschiedene Faunengebiete gibt, die zum Teil sehr stark voneinander abweichen. Die Tiergeographie ist deshalb gleich in ihren Anfängen zu einer Einteilung in Tierregionen geschritten,

1) Lydekker, G. H. M. D. A. S. 21.
2) Wallace, G. D. A. D. A. I, S. 22.
3) Lydekker, G. H. M. D. A. S. 314. 379.

die zunächst als selbständige Schöpfungszentren angesehen wurden [1]. Wallace war zwar überzeugter Anhänger der Deszendenztheorie, trotzdem behielt er aber die von Sclater geschaffene Regioneneinteilung bei, und suchte nachzuweisen, dass alle Tiergruppen sich dem zunächst der Verteilung der Vögel und dann der der Säugetiere angepassten Schema einordnen liessen. Gegenüber diesem strengen Regionalismus ist in neuerer Zeit eine individualistische Richtung hervorgetreten, da immer mehr sich die Tatsache herausstellte, dass man für jede besondere Tiergruppe auch eine besondere Einteilung in Regionen treffen müsse. Manche Tiergeographen hielten es unter diesen Umständen für unmöglich, die Verteilung der Tiere über die ganze Erde ins Auge zu fassen und beschränkten sich auf die möglichst intensive Durchforschung eines beschränkten Gebietes. Eine der besten hierher gehörenden Arbeiten ist die der Vettern Sarasin über Celebes [2]. Beide Richtungen, die streng regionalistische und die rein individualistische gehen zu weit, das Richtige liegt auch hier in der Mitte. Wir können die Einteilung der Erde in Regionen nicht wohl entbehren, da sonst ein Überblick über das Erdganze und besonders eine Anwendung der Tiergeographie auf entwicklungsgeschichtliche Fragen sehr erschwert oder vielmehr fast unmöglich gemacht ist, aber wir dürfen nie erwarten, dass sich die Verbreitungsareale der einzelnen Tierformen genau mit den Regionengrenzen decken werden. Vielmehr werden wir in weitaus den meisten Fällen eine breite Übergangszone zwischen zwei Regionen finden, innerhalb deren die Lebensformen beider verschieden weit übergreifen; ja wir müssen uns darauf gefasst machen, innerhalb einer Region weit versprengte Angehörige einer Tiergruppe zu finden, die ihren Hauptwohnsitz in einem anderen tiergeographischen Gebiete hat. Bei der Abgrenzung der einzelnen Regionen dürfen wir uns aber nicht einer vorwiegend statistischen Methode bedienen, wie Wallace, und dürfen uns auch nicht nur auf die gegenwärtige Verteilung der Tiere und besonders der höher organisierten beschränken. Vielmehr müssen wir dabei auch die Ergebnisse der geologischen und paläontologischen Forschungen berücksichtigen.

Wenden wir uns nun der Aufstellung der Tierregionen zu, wie wir sie unter den eben erwähnten Voraussetzungen den nachfolgenden Betrachtungen zugrunde legen wollen [1], so finden wir eine wohlcharakterisierte faunistische Einheit in Australien und den ozeanischen Inseln, die von verschiedenen Forschern im Gegensatz zu allen übrigen Tierregionen gestellt worden sind, so von Sclater [3] als Antarktogäa und

---

[1] Vgl. Arldt, Die tiergeographischen Reiche und Regionen. |Geographische Zeitschrift 1906. S. 212—222.

[2] P. u. F. Sarasin, Über die geologische Geschichte der Insel Celebes auf Grund der Tierverbreitung 1901.

[3] Sclater, Manchester Sciences Lectures 1874.

Ornithogäa, von Blanford[1]) als australische Region, von Lydekker[2]) als Notogäa, von Maas[3]) als mesozoische Erde, in ähnlicher Weise auch von Matschie[4]). Neuseeland und Polynesien weisen trotz ihres Mangels an Säugetieren soviel Übereinstimmung mit Australien auf, dass wir in ihnen nur Subregionen zu sehen haben, wenn wir eben nicht nur die Säugetiere der Einteilung zugrunde legen, wie dies Sclater in seinem oben zitierten Werke getan hat. Eine zweite ebenfalls gut charakterisierte Einheit bildet Südamerika nebst Zentralamerika und Westindien, die neotropische Region Sclaters[5]), die bei Blanford[1]) und Lydekker[2]) als südamerikanische Region bezw. als Neogäa eine Australien gleichwertige Stellung einnimmt, während sie Maas[3]) dem noch übrigen bleibenden Reste der Erdoberfläche gleichordnet, dagegen Australien unterordnet. Eine dritte Region wird allgemein in Afrika südlich der Sahara einschliesslich des südlichen Arabien gesehen und diese als die äthiopische bezeichnet. Von dieser müssen wir aber nach dem Vorgange von Möbius[6]), Blanford[1]), Lydekker[2]) und Kobelt[7]) als gleichwertige Region Madagaskar abtrennen, das nach Matschie[4]) den übrigen Gebieten sogar ebenso fremd gegenüberstehen soll als Australien. Die fünfte Region ist die orientalische oder indische in den allgemein üblichen Grenzen, und der ganze Rest des Festlandes muss dann als eine einheitliche Region aufgefasst werden, die wir nach Heilprin[8]) aber in weiterer Ausdehnung als dieser als holarktische bezeichnen. Nach Heilprin hat man von dieser das Mittelmeergebiet und besonders das Gebiet der Vereinigten Staaten von Amerika als besondere Regionen abtrennen wollen, doch weist keins dieser Gebiete zur Genüge eigenartige Formen auf, um seine Selbständigkeit zu begründen. Ebenso ist aber auch die Verwandtschaft zwischen der alt- und der neuweltlichen Fauna der nördlichen Halbkugel zu gross, um Wallaces Trennung in eine paläarktische und eine nearktische Region zu rechtfertigen, die der verdienstvolle Förderer der Tiergeographie auch in seinen neueren Veröffentlichungen aufrecht zu erhalten gesucht hat[9]).

---

1) Blanford, Proc. Geol. Soc. 1890. p. 76.

2) Lydekker, G. H. M. D. A. S. 38—39.

3) Maas, Geogr. Zeitschr. 1902 S. 131.

4) Matschie, Geographische Fragen aus der Säugetierkunde. Verhandl. der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. Bd. 23. 1896. S. 247—249.

5) Sclater, On the General Geographical Distribution of the Members of the Class Aves. Journ. Linn. Soc. Zool. vol. II. 1858.

6) Moebius, Die Artbegriffe und ihr Verhältnis zur Abstammungslehre. Zool. Jahrb. Bd. I. 1886.

7) Kobelt, Studien zur Zoogeographie. Wiesbaden 1897. S. 47.

8) Heilprin, Internat. Scientific Series. 1887.

9) Wallace, The Palaearctic and Nearctic Regions compared as regards the Families and Genera of their Mammalia and Birds. Natural Science Bd. 4. 1894. p. 433—445.

Wir erhalten also wie Sclater und Wallace sechs Regionen, freilich von sehr verschiedener Ausdehnung. Die Grenzen derselben werden grösstenteils vom Meere gebildet, an dessen Stelle aber an der Südgrenze des altweltlichen Teiles der holarktischen Region Wüsten und hohe Kettengebirge treten. Wo diese scharfen Schranken fehlen, finden wir Übergangsgebiete am breitesten entwickelt; so ist in Amerika die sogenannte sonorische oder mediokolumbische Region als ein solches aufzufassen. In Asien treffen wir eine solche Mischfauna in China und dann in der indoaustralischen Inselwelt von Celebes bis zu den Molukken und Timor, für manche Tierformen sogar bis zu den östlichsten Gruppen Melanesiens. Diese Übergangsgebiete werden dagegen schmal an den Gebirgs- und Wüstengrenzen der Regionen.

Die oben genannten sechs Regionen lassen sich aber zu grösseren Reichen zusammenfassen, da sie nicht alle in gleichem Masse verwandt sind. Am längsten hat sich die von Huxley 1868 vorgeschlagene Zusammenfassung der letzten vier der oben genannten Regionen zu einer Arktogäa erhalten, eine Zusammenfassung, die Lydekker eingehend durch die Verbreitung der Säugetiere zu rechtfertigen sucht[1]. Fassen wir dagegen niedrigerstehende Tierklassen ins Auge, so lässt sich diese Gruppierung nicht rechtfertigen. Ebensowenig lässt sich aber die kontradiktorische Gegenüberstellung Australiens und der übrigen „tertiären Erde“ bei Maas begründen. Vielmehr sind die australische und die neotropische Region in den meisten Tierklassen nahe miteinander verwandt, wie wir in folgendem nachweisen werden, und die neotropische Region weist wieder auffällige Beziehungen zu Madagaskar auf. Alle drei Regionen haben in einem hohen Grade ihre alte eigentümliche Fauna aus der älteren Tertiärzeit behalten und spezialisiert, und es empfiehlt sich deshalb vom entwickelungsgeschichtlichen Standpunkte aus ihre Zusammenfassung zu einem Reiche, für das ich den von Sclater in anderem Sinne gebrauchten Namen Paläogäa vorgeschlagen habe[2]. Ein zweites Reich bilden die äthiopische und die orientalische Region, die Allen[3] nach dem Vorgange von Murray sogar zu einer indoafrikanischen Region zusammenfassen wollte. In diesen beiden Regionen hat sich die Miozänfauna Europas und Nordamerikas spezialisiert. Daneben sind freilich besonders in Afrika viele alte einheimische Formen erhalten geblieben, aber der Charakter der Fauna beider Gebiete wird doch in erster Linie durch die Tierformen bedingt, die seit der Mitte der Tertiärzeit hier einwanderten. Wir fassen deshalb beide unter dem Namen Mesogäa zusammen. Als drittes Reich bleibt nur noch die holarktische Region übrig, die wir als Reich mit dem Namen Känogäa bezeichnen, da sie die modernsten Tierformen

[1] Lydekker, G. H. M. D. A. S. 198–244.
[2] Arldt, Geogr. Zeitschrift. 1906. S 219.
[3] Allen, The Geographical Distribution of North American Mammals. Bull. Amer. Mus. Bd. 4. 1892.

aufzuweisen hat, weil in ihr in der letzten Periode der Erdgeschichte das Hauptentwickelungszentrum der Tier- und auch der Pflanzenwelt gelegen ist. Wir bekommen also folgende Regionaleinteilung der festen Erdoberfläche:

I. Paläogäisches Reich
  1. Australische Region.
  2. Neotropische Region.
  3. Madagassische Region.

II. Mesogäisches Reich
  1. Äthiopische Region.
  2. Orientalische Region.

III. Känogäisches Reich
  1. Holarktische Region.

Die einzelnen Regionen lassen sich wieder in Unterregionen einteilen, wovon bei der Besprechung der einzelnen Regionen im zweiten Teile die Rede sein soll, an welcher Stelle auch die Grenzen der Regionen genauer angegeben werden.

§ 18. **Entwickelungsgesetze.** Die Gliederung der Erde in Reiche und Regionen wird sich immer mehr verwischen, solange dieselben nicht strenger gegeneinander abgegrenzt sind als in der Jetztzeit. In der Tertiärzeit, etwa im Anfange des Miozän oder noch früher war ihre Selbständigkeit eine viel grössere, ein Beweis dafür, dass die Verschiedenartigkeit der Faunen nicht in erster Linie durch Temperatur- und Feuchtigkeitsunterschiede und andere klimatische Faktoren bedingt ist, sondern vielmehr durch die Entwickelungsgeschichte der Kontinente, auf denen und mit denen sie sich ausgebildet haben. Diese Entwickelung musste wie jede andere nach festen Gesetzen erfolgen. Als erstes derartiges Gesetz ist das der einheitlichen Entwickelung, der Monophylogenese zu bezeichnen, das allerdings noch immer nicht allgemein anerkannt worden ist, vielmehr spielt die „konvergente Züchtung" eine viel grössere Rolle, als ihr eigentlich zukommt. In dem Entwickelungsgange jedes Lebewesens kommen alle die zahllosen Einflüsse zum Niederschlage, denen es selbst oder seine Vorfahren unterworfen waren. Infolgedessen werden wir kaum zwei finden, bei denen die Summe von all diesen Einwirkungen genau dieselbe ist, ebensowenig wie es einem Menschen möglich ist, auch nur zwei einander vollkommen gleiche Blätter zu finden. Absehen müssen wir dabei natürlich von den einzelligen Lebewesen, die alle unter fast gleichen Lebensbedingungen existieren, und die noch keine weitgehende Funktionstrennung und Gliederung innerhalb ihrer Zelle kennen, wie etwa die höher entwickelten Algen unter den Pflanzen, die Infusorien unter den Tieren. Immerhin soll nicht geleugnet werden, dass bei besonders einfachen Lebens- und Organisationsverhältnissen die Summen der Einflüsse in verschiedenen Entwickelungsreihen einander sehr nahe kommen

können, so dass in Wirklichkeit einander fremde Formen nahe verwandt erscheinen. Dies wird besonders bei Lebewesen aus den niedersten Kreisen der Tiere und Pflanzen der Fall sein, die in dem nur wenigen Veränderungen unterworfenen Medium der ozeanischen Gewässer sich finden. Beispiele dafür können auch die als Binnenschmarotzer lebenden Organismen uns geben, mit deren Lebensweise eine weitgehende Reduktion der meisten Organe unzertrennlich ist. Hierher können wir vielleicht auch die auffällige Ähnlichkeit rechnen, die nach Carpenter[1]) die Arthropodenfauna irischer Höhlen mit Vorkommnissen in Höhlen Krains, Frankreichs und Nordamerikas zeigt. Carpenter bemerkt aber mit Recht, dass wir bei den eigentümlichen Bedingungen des Höhlenlebens aus dieser Tatsache nicht Schlüsse auf ähnliche Erscheinungen bei höheren freilebenden Tieren ziehen dürfen. In den Höhlen fehlt eben die Vielheit der äusseren Einflüsse, und auch in ihnen können ursprünglich einander ferner stehende Tiere durch Reduktion spezieller Organe einander ähnlicher gemacht werden, indem sie gewissermassen ähnlich den Schmarotzern wieder in das Wurmstadium ihrer Voreltern zurückkehren. Dagegen ist es nicht angängig, bei so hoch differenzierten Tieren wie den Pferden an eine getrennte Entwickelung in beiden Erdhälften zu denken, wie Lydekker[2]) es tut. Dass bei diesen Tieren die Summe der Entwickelungsbeeinflussungen in weit getrennten Gebieten vollständig gleich hätte werden können, müssen wir nach allen bisher gemachten Erfahrungen für vollkommen ausgeschlossen erklären, und das um so mehr, als die Verbreitung der Pferde in den einzelnen Erdperioden auf monophylogenetischem Wege sich ungezwungen erklären lässt. Bei diesen höher organisierten Tieren können wir wohl auch von einer konvergenten Züchtung sprechen, aber nur von einer relativen. Ähnliche Lebensbedingungen bringen in getrennten Gebieten ähnliche Formen hervor, aber niemals gleiche. Als eine solche relative konvergente Züchtung zum Pferdetypus können wir nach Ihering[3]) die südamerikanischen Macraucheniden ansehen, die man jetzt meist mit den Proterotheriden als Litopterna zusammenfasst. Dabei ist ihre Ähnlichkeit mit den Pferden aber doch so gross, dass Zittel sie gleich diesen den Perissodaktylen zuzählt. Ein noch vielseitigeres Beispiel haben wir in den Beuteltieren des australischen Festlandes. Unter diesen finden wir konvergente Formen zu fast allen höheren Säugetierordnungen, wie folgende Gegenüberstellung zeigt:

Primates—Phalangistidae, Thylacoleonidae.
Carnivora—Dasyuridae.
Insectivora—Peramelidae, Myrmecobiidae, Notoryctidae.
Rodentia—Phascolomyidae, Diprotodontidae.
Ungulata—Macropodidae, Hypsiprymnidae.

---

1) Carpenter, Irish Naturalist. Bd. 4. 1895. S. 25–35.
2) Lydekker, G. H. M. D. A. S. 514.
3) Ihering, Science 1900. p. 860.

Ähnlich konvergierende Formen sind die Talpiden, Chrysochloriden und Notoryctiden, sowie die Myrmecophagiden, Orycteropodiden, Myrmecobiiden und Echidniden. Ebenso weisen die dem Meerleben angepassten Wirbeltiere: Pinnipedier, Sirenen, Cetaceen, Mosasauriden, Sauropterygier, Ichthyosaurier und Fische viele Ähnlichkeiten, z. B. in der Körperform, der Flossen- und Schwanzbildung auf, ohne doch je eine völlige Gleichheit zu erreichen, und gleiches gilt von den drei Wirbeltiertypen, die am vollkommensten das Problem der Erhebung in die Atmosphäre lösten, von den Fledermäusen, Vögeln und Pterosauriern. Verzichten wir auf dieses Gesetz der einheitlichen Entwickelung, so hört die Tiergeographie auf, für entwickelungsgeschichtliche Fragen ein wertvolles Hilfsmittel zu sein, und gleiches Schicksal teilt mit ihr die Pflanzengeographie. Ja noch mehr, auch die paläontologischen Funde verlieren ihre Beweiskraft. Wir können dann nicht einmal mehr aus dem Vorkommen gleicher Arten auf die Gleichaltrigkeit zweier räumlich getrennter Schichten schliessen. Denn nehmen wir an, dass nebeneinander gleiche Formen aus verschiedenen Wurzeln erwachsen können, so müssen wir auch zugeben, dass sie nacheinander entstehen können, es müssten sich also beispielsweise jetzt gleiche Formen unter günstigen Umständen neu entwickeln können, wie etwa in der Eozänzeit oder einer noch früheren Periode der Erdgeschichte. Verzichten wir also auf das in Frage stehende Gesetz, so müssen wir gleichzeitig auf die Beantwortung der Frage nach der früheren Verteilung von Land und Meer Verzicht leisten. Mit der Negierung des Gesetzes wird der ganzen Paläogeographie der Boden entzogen, wir dürfen es also mit Recht als ein Fundamentalgesetz derselben bezeichnen.

Diese monophyletische Entwickelung ist ihrerseits jedenfalls durch verschiedene Gesetze bedingt gewesen. Keinesfalls dürfen wir annehmen, die Herausbildung neuer Arten und Gattungen durch eine einzige Theorie erklären zu können, wie die Selektionstheorie Darwins[1]; trotz der genialen Beweisführung des grossen Forschers hat doch gerade diese hauptsächlich den Gegnern der Deszendenzlehre willkommene Angriffspunkte geboten, die glaubten, mit ihr den ganzen „Lamarckismus“, die Entwickelungslehre, zu Falle bringen zu können. Für unsere Zwecke ist diese Theorie hauptsächlich in der Form wichtig, wie sie Moritz Wagner in seinen letzten Schriften, die zum Teil erst nach seinem Tode erschienen, durch die Einfügung seines Migrationsgesetzes geschaffen hat[2]. Dadurch, dass ein Kontinent in einen Archipel sich auf-

---

[1]) Darwin, On the origin of species by means of natural selection. London 1859.
Darwin, The descent of man and selection in relation to sex. London 1871.

[2]) Wagner, Die Darwinsche Theorie und das Migrationsgesetz der Organismen. Leipzig 1868.

Wagner, Über den Einfluss der geographischen Isolierung und Kolonienbildung auf die morphologischen Veränderungen der Organismen. München 1871.

Wagner, Die Entstehung der Arten durch räumliche Sonderung. 1889.

löste, dass an anderer Stelle ein solcher zu einem Kontinente verwuchs, dass langsam aufsteigende Gebirge zwei bisher in bequemer Verbindung stehende Landschaften durch eine schwer übersteigbare Schranke voneinander schieden, und wieder an anderer die rastlos wirkende Erosion und Denudation den Lebewesen zu beiden Seiten einer solchen Mauer einen Weg zur gegenseitigen Vermischung bahnten, durch alle die zahlreichen Trennungen und Verbindungen, die die einzelnen Teile der Erdoberfläche im Laufe ihrer Geschichte betroffen haben, erklärt sich erst die Fülle der verschiedenartigen Formen, die doch unter sonst fast gleichen Lebensbedingungen sich entwickelt haben. Auf Grund dieses Gesetzes werden wir also annehmen, dass ein neuer Typus sich in der Isolation entwickelt haben muss, da er sonst in der Vermischung mit den nichtvariierten verwandten Formen seine Besonderheiten eingebüsst haben und zur ursprünglichen Gestalt zurückgekehrt sein würde, wie z. B. die Kreuzung verschiedener Varietäten in der Tier- und Pflanzenzucht leicht zu einem Rückschlage in die Stammform führt. Finden wir also in einem Lande zahlreiche endemische Formen, so können wir daraus auf eine lange Dauer der Isolierung schliessen, wie z. B. in Südamerika und in geringerem Grade auch in Madagaskar und den australischen Gebieten.

Selbstverständlich können auch die anderen Entwickelungstheorien nicht vernachlässigt werden. Der Neolamarckismus mit seiner wesentlichen Betonung der Wirkung des Gebrauchs und Nichtgebrauchs der Organe und der Anpassungserscheinungen, wie er auf Lamarcks[1]) für die Entwickelungslehre fundamentalem Werk sich aufbaut und wie er neuerdings unter anderem von dem Botaniker v. Wettstein[2]), den Paläontologen Koken[3]) und Steinmann[4]) und zahlreichen anderen Naturforschern vertreten wird, stellt eine sehr wichtige Ergänzung des Selektionsprinzips dar. Unter anderem ist in ihm ein wichtiges Element hervorgehoben, das auf die Richtung der individuellen Abweichungen bestimmend einwirkt, unter denen dann der Kampf ums Dasein auswählt. Ein zweites solches Element ist durch die Mutationslehre bestimmt worden, die de Vries[5]) auf Grund der Tatsache begründet, dass ruck-

---

[1]) Lamarck, Jean de, Philosophie zoologique. 1809.

[2]) v. Wettstein, Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse betreffend die Neubildung von Formen im Pflanzenreich. Berichte der deutsch. botan. Gesellschaft. 1900. Bd. 18.

v. Wettstein, Der Neulamarckismus und seine Beziehungen zum Darwinismus. Jena 1903.

[3]) Koken, Paläontologie und Deszendenztheorie. Jena 1903.

[4]) Steinmann, Paläontologie und Abstammungslehre am Ende des Jahrhunderts. Freiburg i. Br. 1899.

[5]) de Vries, Die Mutationen und die Mutationsperioden bei der Entstehung der Arten. Leipzig 1901.

de Vries, Die Mutationstheorie. Versuche und Beobachtungen über die Entstehung der Arten im Pflanzenreich. I. Die Entstehung der Arten durch Mutation 1901. II. Die Bastardierung 1902.

weise Änderungen von Arten beobachtet wurden. Da dies aber nur bei einzelnen Arten und Gattungen eintrat, so nahm er an, dass es eine Mutationsperiode gäbe, während welcher eine weitgehende Spaltung der Arten eintritt, von denen aber schliesslich nur einzelne lange Zeit fast unverändert überleben, bis eine neue Artenspaltung, eine neue Mutation eintritt. Solche jetzt in der Mutationsperiode befindliche Pflanzen sind z. B. die Gattungen Rubus, Rosa, Hieracium, Drapa, Antirrhinum, Lycopersicum, die Diatomee Melosira, unter den Tieren der Laufkäfer Carabus und der Rhizopode Peneroplis, der durch lückenlose Übergänge mit den Gattungen Vertebralina und Miliolina verbunden ist[1]). Endlich gehören hierher auch die verschiedenen Theorien, die man als Neovitalismus zusammenzufassen pflegt, und unter denen die von dem Botaniker J. Reinke[2]) und die von dem Zoologen Driesch[3]) die wichtigsten und bekanntesten sind. Alle diese verschiedenen Theorien haben wir aber nicht als Widerlegungen des Darwinismus anzusehen, sie machen ihm nicht Konkurrenz, sondern sie erweitern und ergänzen ihn nur.

§ 19. Mischungsgesetze. Wagners Migrationsgesetz lieferte uns eine ganz einleuchtende Erklärung für die Entwickelung neuer Formen und für die Ausbildung verschiedener Faunen in den früher wirksamer als jetzt getrennten Tierregionen. Wir müssen aber nun noch untersuchen, welche Gesetze gelten, wenn zwei bisher getrennte Ländergebiete miteinander in Verbindung treten; an die Aufstellung der Entwickelungsgesetze im engeren Sinne muss sich die der Mischungsgesetze schliessen, die ebenso wie die ersteren natürlich nicht nur für die festländischen Lebensgebiete gelten, die wir hier in erster Linie ins Auge fassen, sondern ebenso auch für die ozeanischen. Als erstes Mischungsgesetz ist das Gegenseitigkeitsgesetz zu erwähnen. Wenn zwei Lebensgebiete in Wechselwirkung treten, wird nie das eine nur das gebende, das andere nur das empfangende sein, sondern jedes wird von seinem eigenen dem anderen spenden, und dafür fremde Formen in seinem Schosse aufnehmen. So sehen wir in der Pliocänzeit einerseits nordamerikanische Formen in Südamerika sich weit verbreiten, andererseits dringen aber auch in Nordamerika südamerikanische in solcher Menge ein, dass man eine an der Grenze von Pliozän und Diluvium liegende Schicht, die von Pennsylvanien, Ohio und Kentucky bis Florida zu finden ist, nach einem typisch südamerikanischen Edentaten als Megalonyx-beds bezeichnet. Wir werden später Gelegenheit haben, noch eine Reihe weiterer Beispiele für dieses Gesetz aus der Tiergeographie kennen zu lernen. Das Gesetz gilt übrigens auch in anderen

[1]) Dreyer, Peneroplis. Eine Studie zur biologischen Morphologie und zur Speziesfrage. 1898.

[2]) J. Reinke, Theoretische Biologie 1901.

[3]) Driesch, Die organischen Regulationen. Vorbereitungen zu einer Theorie des Lebens. Leipzig 1901.

Driesch, Die Seele als elementarer Naturfaktor. Leipzig 1903.

Gebieten der Naturwissenschaften. Als Analoga möchte ich aus dem Gebiete der Physik einmal die Wärmestrahlung verschieden warmer Körper anführen, die auch beide solange Wärme ausstrahlen, bis sie die gleiche Temperatur besitzen. Ein zweites Beispiel sehen wir im Ausgleiche ungleichnamiger Elektrizitäten, die stets oszillatorisch, also in beiden Richtungen erfolgt. Auch die Erscheinung der Osmose gehört hierher, bei der ebenfalls Flüssigkeiten oder Gase in entgegengesetzter Richtung durch die Berührungsfläche diffundieren.

Doch wenn auch beide Gebiete gleichzeitig Geber und Empfänger sind, so sind sie dies doch nicht in gleichem Masse. In den weitaus meisten Fällen wird das eine Gebiet eine grössere Bereicherung an neuen Formen erfahren als das andere, die Intensität der Mischung wird nicht auf beiden Seiten dieselbe sein, wie ja bei den oben angeführten physikalischen Beispielen das leichtere Gas schneller diffundiert, die Elektrizität von höherer Spannung eher den Ausgleich sucht, der wärmere Körper stärker ausstrahlt. Die Intensität des Faunenausgleichs kann zunächst durch Wind und im Meere durch Strömungen beeinflusst werden, ja durch letztere kann unter Umständen sogar das Gegenseitigkeitsgesetz ausser Kraft gesetzt werden; freilich handelt es sich dann nicht um Gebiete, die in direkte Verbindung gesetzt worden sind. So werden beispielsweise im Gebiete der Äquatorialströmungen, wie im inselreichsten Teile von Ozeanien, Organismen über das Meer sich nur in ostwestlicher Richtung verbreiten können, mögen sie im Wasser oder in der Luft transportiert werden, da die letztere unter dem Einflusse der Passatwinde steht. Beim festländischen Faunenausgleiche spielt dagegen diese Beeinflussung eine sehr nebensächliche Rolle, da sie nur auf kleine, hauptsächlich in der Luft lebende Tiere wirksam sein kann. Dagegen können wir hier die Wirkung zweier wichtigen Gesetze beobachten, deren erstes ich als Massenwirkungsgesetz bezeichnen möchte, nach der Analogie eines Gesetzes aus der Chemie, nach dem der Verlauf einer chemischen Reaktion abhängig ist von der Menge der vorhandenen Stoffe. Ein Beispiel bietet hierfür die Esterifikation des Alkohols mit Essigsäure. Es gibt:

Äthylalkohol + Essigsäure = Äthylazetat + Wasser.

Der Vorgang kann aber auch umgekehrt verlaufen:

Äthylazetat + Wasser = Äthylalkohol + Essigsäure.

Ein Gleichgewichtszustand tritt ein, wenn $^2/_3$ der Flüssigkeit Äthylazetat + Wasser und $^1/_3$ Äthylalkohol + Essigsäure ist. Ist von der einen Seite der obigen Gleichung mehr vorhanden, so erleidet dieser Überschuss eine Umwandlung, er bestimmt also die Richtung, in der die chemische Reaktion hauptsächlich verläuft. Denn auch der Gleichgewichtszustand ist kein absoluter, vielmehr ist nunmehr die Intensität der Umwandlung in beiden Richtungen dieselbe, und die Wirkungen derselben heben sich also auf in derselben Weise wie die Wärmestrah-

lungen zweier gleichwarmer Körper. Als zweites aus der anorganischen Chemie genommenes Beispiel diene folgendes. Es gibt:

Kalisalpeter + Salzsäure = Kaliumchlorid + Salpetersäure.
Kaliumchlorid + Salpetersäure = Kalisalpeter + Salzsäure.

Ebenso wird Eisenoxyd in der Hitze durch viel Wasserstoff zu Eisen reduziert, und andererseits reduziert ebenfalls in der Hitze viel Eisenpulver Wasserdampf zu Wasserstoff. In ähnlicher Weise ist das Gesetz auch bei dem gegenseitigen Ausgleich zweier Faunengebiete wirksam. Sind diese von verschiedener Grösse, so werden aus dem grösseren mehr Formen in das kleinere übergehen als umgekehrt. Dies hat einmal einen statistischen Grund, indem in dem grösseren Gebiete im allgemeinen auch eine grössere Vielheit von Arten anzutreffen sein wird, und wenn von beiden Faunen auch nur der gleiche Prozentsatz überginge, so würde die Intensität der Wanderung in der Richtung vom grösseren zum kleineren Gebiete beträchtlicher sein. Doch geht die Massenwirkung aus einem tieferliegenden Grunde noch darüber hinaus. Der Tierwelt eines grösseren Landes stehen grössere Räume zur Verfügung und aus diesem Grunde werden wir hier auch weiterschweifende Tierformen finden, die natürlich migrationsfähiger sind als die sesshafteren oder wenigstens nur in beschränkten Gebieten sich bewegenden Tiere eines kleineren Gebietes. Wir finden ja tatsächlich in der grössten tiergeographischen Region, besonders unter den Raubtieren, ausserordentlich weitverbreitete Tiere, während in der kleinsten, Madagaskar, die strenge Lokalisation der einzelnen Formen am schärfsten hervortritt[1]), die wir dann auch bei weniger selbständigen Inseln wiederfinden, wie z. B. bei Celebes[2]). Aber auch ganz abgesehen von der Migrationsfähigkeit, sind die Organismen des grösseren Landes zumeist denen des beschränkteren Gebietes überlegen, da sie mehr Mitbewerber und daher einen schwereren Kampf ums Dasein haben, und infolgedessen körperlich und intellektuell höher ausgebildet sind als die lange Zeit isolierten Organismen. Je beträchtlicher der Grössenunterschied der Gebiete ist, um so gewaltsamer wird in ihrer Erscheinung und Wirkung die Invasion der Fauna des grossen Gebietes in das kleinere sein: Kontinentale Formen drängen die insularen meist sehr rasch zurück, wie ja auch die räumlich beschränkten Menschenrassen vor den auf breiterer und besserer terrestrischer Grundlage wohnenden verschwinden. Als Beispiele für diese Invasion erwähne ich die rasche Einbürgerung holarktischer Haustiere, in erster Linie von Pferd, Rind und Schaf in Südamerika bezw. Australien, sowie die ausserordentlich rasche Verbreitung, die das Kaninchen in dem letztgenannten Kontinente gefunden hat, trotzdem es doch schon einheimische Nagetiere in altertümlichen Mäusen und in den Wombats

---

[1]) Matschie, Verh. Ges. f. Erdkunde. Berlin 1896. S. 249.
[2]) P. u. F. Sarasin, Über die geologische Geschichte der Insel Celebes auf Grund der Tierverbreitung. Wiesbaden 1901.

gab. Die grosskontinentalen Tiere zeigten in allen diesen Fällen sich lebensfähiger als die eingeborenen, und das trotz der Tatsache, dass domestizierte Formen den wildlebenden im allgemeinen unterlegen sind. Eine ähnliche Erscheinung beobachten wir bei dem schon oben zitierten pliocänen Ausgleich der beiden Amerika. Die gewaltigen Gravigraden und Glyptodontier, die Riesen unter den echten Gürteltieren, die Litopternen, Toxodontier und Typotherien, die an Grösse und Massigkeit es wohl mit den damals in Nordamerika lebenden Ungulaten aufnehmen konnten, verschwanden während der Diluvialzeit, wahrscheinlich infolge der Angriffe der eingewanderten Raubtiere, unter denen sich auch das furchbarste, der Machairodus, befand. Diesen Feinden waren Tiere nicht gewachsen, die bisher gefährliche Feinde nicht gekannt hatten und infolgedessen zu so schwerfälligen, unbehilflichen Kolossen sich entwickeln konnten, wie wir sie im Megatherium vor uns sehen. Von der alten Fauna Südamerikas blieben nur die kleinen Formen erhalten, die gegen die eindringenden Feinde sich zwar noch weniger wehren konnten als die grossen, dafür aber sich um so leichter verbargen.

Diese Überlegenheit der nordamerikanischen Fauna über die südamerikanische war nicht nur durch das Massenwirkungsgesetz bedingt. An ihr war sehr wesentlich das klimatische Gesetz schuld, das in den biogeographischen Erscheinungen schon längst erkannt worden ist: Die Tiere der kühleren Zone sind denen der wärmeren überlegen. Dieses Gesetz war ja die unbedingte Voraussetzung der Annahme, dass die Tierverbreitung von den arktischen Gebieten ausstrahle. Freilich konnte diese Voraussetzung dann nicht das Vorhandensein von Reliktenformen in der südlichen gemässigten Zone erklären. Neuerdings wird dagegen mehr das Zurückweichen vieler Formen nach dem Äquator hin betont, wie z. B. von Stoll[1]). Auch hier ist es der schärfere Kampf ums Dasein, der im kühleren Klima kräftigere Formen schafft. Die günstigsten Bedingungen scheint ein kühles gemässigtes Klima zu bieten, da wir bei den kälteliebenden Tieren kein besonderes Bestreben nach Ausdehnung ihres Gebietes wahrnehmen, vielmehr sehen, dass sie aus früher von ihnen besetzten Gebieten vor der doch nur allmählich ansteigenden Wärme sich wieder zurückgezogen haben. Als Beispiel für die Überlegenheit der Lebensformen, die aus der kühleren gemässigten Zone hervorgehen, wählen wir die Verbreitung der Völker. Das Problem der Beherrschung aller Zonen und der Ausbreitung über die ganze Erde haben nur Völker aus dieser Zone gelöst, und in Berührung mit ihnen gehen die meisten anderen Völker zurück, wobei allerdings auch wieder das Massengesetz seine Rolle spielt, indem individuenreiche Menschheitszweige, wie die ostasiatischen Mongolen, die sundanesischen Malayen und die Neger der Europäisierung erfolgreichen Widerstand entgegenzusetzen vermögen.

---

[1]) Stoll, Z. d. W. S. 8.

Auf Grund dieser beiden Gesetze können wir einmal Schlüsse auf die relative Grösse zweier Landgebiete ziehen, die miteinander in Verbindung treten, andererseits berechtigen sie uns, in Ländern, deren grosse Ausdehnung und deren gemässigtes oder kühles Klima durch andere Gründe bewiesen wird, etwa durch geologische, wie bei dem karbonisch-permischen Gondwanalande, Entwickelungszentren späterer weitverbreiteter Formen zu sehen. Durch diese Gesetze wird also die Bedeutung der Tiergeographie für die Paläogeographie ganz ausserordentlich gehoben.

II. Systematischer Teil.

A. Biogeographie der Jetztzeit und Vorzeit.

§ 20. Nachdem wir im ersten Teile einige allgemeine Bemerkungen über paläogeographische Bestimmungen gemacht haben, wenden wir uns unserer eigentlichen Aufgabe zu und suchen für einen historischen Überblick der Entwickelung der Kontinente und ihrer Lebewelt die positiven Grundlagen zu gewinnen und aus ihnen auf Grund der oben ausgesprochenen Gesetze Folgerungen zu ziehen. Zuerst wollen wir unsere Aufmerksamkeit auf die biogeographischen Tatsachen lenken, die uns hauptsächlich über die jüngsten Schicksale der Kontinente und ihrer Inseln wertvolle Aufschlüsse liefern. Besonders eingehend müssen wir dabei die Tiergruppen betrachten, die in jüngster Zeit sich in der Hauptsache entwickelt haben und deshalb hauptsächlich für die Paläogeographie der Tertiärzeit verwendet werden können. Natürlich werden wir dabei auch wiederholt auf die jüngere mesozoische Zeit zurückgreifen müssen, während wir die eigentlich mesozoischen Formen erst in einem zweiten Teile behandeln wollen. (Hierzu Karte 1.)

1. Känozoische Organismen.

§ 21. Unter den Tieren, die ihre Hauptentwickelung und ihre Differenzierung in der känozoischen Erdperiode erhalten haben, stehen an erster Stelle die plazentalen Säugetiere. Aber auch die Marsupialier Australiens haben erst in dieser Zeit den jetzigen spezialisierten Zustand erreicht, fallen also mit in den Rahmen dieses Kapitels, ebenso wie die Monotremata. Von den Vögeln brauchen wir nur die bezahnten jurassischen und kretazeischen Formen ausser acht zu lassen. Unter den Reptilien bedürfen die Lepidosaurier einer besonders eingehenden

Betrachtung, doch geht auch von den jetzt lebenden Krokodilen keine Familie weiter zurück als bis zur Kreidezeit. Gleiches gilt von allen jetzt lebenden Amphibienordnungen. Auch die Teleostier haben mit Ausnahme zweier Physostomenfamilien ein geologisch nur geringes Alter. Die Süsswasserfische aus dieser Ordnung werden in ihrer Verbreitung also auch zur Aufklärung paläogeographischer Fragen dienen können. Unter den Arthropoden sind besonders die Hymenopteren, Lepidopteren und Dipteren für unsere Zwecke brauchbar. Endlich werden wir auch auf die geologisch älteren niederen Tiere übergehen können, deren moderne Formen aber doch zum Teil nicht allzuweit zurückgehen. Unter ihnen werden wir hauptsächlich nach Bestätigungen der Folgerungen suchen, die wir aus der Verbreitung der höher stehenden Tiere ziehen können. Von besonderer Bedeutung sind unter ihnen wegen ihrer geringen Migrationsfähigkeit die Landmollusken und die Regenwürmer und deren Verwandte. Endlich werden wir auch die Verbreitung der Dikotyledonen und der Monokotyledonen ins Auge zu fassen haben, wenn auch nach dem früher Gesagten sich aus ihrer Verbreitung keine selbständigen Schlüsse ziehen lassen.

a) Paläogäisches Reich.

aa) Australische Region.

§ **22. Grenzen.** Die australische Region fassen wir im allgemeinen in derselben Ausdehnung auf wie Wallace und Lydekker, doch mit dem Unterschiede, dass wir von dem australisch-orientalischen Übergangsgebiete nur Neuguinea mit den auf seinem Sockel liegenden Inseln und mit Melanesien zu ihr rechnen, dagegen Celebes, die Molukken zum Teil und die kleinen Sundainseln noch zur orientalischen. Celebes und die Sundainseln gehören nach dem Bodenrelief unzweifelhaft zu Asien. Auch sind die australischen Elemente in ihrer Fauna recht spärlich, wovon später die Rede sein soll. Bei den Molukken lässt sich dagegen nur schwer eine Grenzlinie ziehen. Die tektonische Grenzlinie läuft zwischen den Kei- und den Aru-Inseln hindurch durch die Ceramsee, zwischen Obi- und Sula-Inseln und dann zwischen Halmahera einerseits und Celebes und den Salibabu-Inseln andererseits hindurch. Das hiernach asiatische Ceram weist zwar schon viele australische Formen auf, aber doch weniger als das zu Australien gefügte Halmahera. Die Molukken sind in besonders hohem Grade ein Übergangsgebiet, das wir nur konventionell dem einen oder dem anderen Gebiete zuweisen können. Am besten werden wir tun, wenn wir die tektonische Grenzlinie zugleich als Grenze der australischen Region ansehen, da sich eben eine rein tiergeographische Grenzlinie nicht ziehen lässt (s. Karte 5).

§ **23. Lebewelt der Region.** Von der Lebewelt[1]) der so abge-

[1]) Im folgenden wurden hauptsächlich benützt:
Zittel, Handbuch der Paläontologie. 1876—1894.

grenzten Region betrachten wir zunächst die **Säugetiere**, die von allen australischen Tieren am eigenartigsten sich differenziert haben. Als spezifisch australische Formen sind unter diesen die Monotremata und Marsupialier zu nennen. Weniger weichen von der Tierwelt der übrigen Erde die wenigen plazentalen Säugetiere ab, die wir in der australischen Region finden. Die niedrigst organisierten sind zweifellos die Monotremata, in denen wir vielleicht die ältesten Säugetiere Australiens zu sehen haben. Die einzigen Säugetiere, die mit diesem einseitig spezialisierten Zweige des Wirbeltierstammes näher verwandt sind, sind die mesozoischen Allotherien, deren Reste uns aus Südafrika, Europa, Nordamerika und vielleicht auch aus Südamerika bekannt sind, und die während der triasischen und jurassischen Zeit wahrscheinlich den Hauptstamm der Säugetiere auf der ganzen Erde bildeten. In den übrigen Kontinenten sind die Allotherien unter dem Wettbewerbe höher organisierter Formen verschwunden, in Australien dagegen konnten sie sich in Ruhe weiter entwickeln zu den fremdartigen Formen des Schnabeltieres und des Ameisenigels. Sehen wir Echidna und Ornithorhynchus als Vertreter einer ältesten mesozoischen Säugetierschicht an, so ist freilich ihr Fehlen auf Neuseeland zu erklären. Entweder müssen sie hier wieder ausgerottet worden sein, oder Neuseeland ist bereits so lange vom Festlande abgetrennt, dass die jedenfalls nur langsam wandernden Allotherien es nicht mehr erreichen konnten. Die Einwanderung derselben müssen wir etwa in den oberen

---

Wallace, G. D. A. D. A. 1876. — Island Life 1880. 2nd. ed. 1892.

Lydekker, G. H. M. D. A. 1901.

Kobelt, Studien zur Zoogeographie. Wiesbaden 1897—1898.

Stoll, Zur Zoogeographie der Wirbellosen. 1897.

Burckhardt, Das Problem des antarktischen Schöpfungszentrums vom Standpunkte der Ornithologie. Zool. Jahrb. Abt. f. Syst. Geogr. u. Biol. d. Tiere. Bd. 15, 1902. S. 499—536.

Palacky, Die Verbr. der Meeressäugetiere. Zool. Jahrb. Abt. f. Syst. 1902. S. 249—266. — Über neue Resultate d. Verbr. d. Reptilien. Verh. d. Ges. d. Naturf. u. Ärzte. Leipzig 1894. S. 129—133. — La Distribution des Ophidiens sur le Globe. Mem. Soc. Zool. Paris 1898. — Die Verbreitung der Batrachier auf der Erde. Verh. d. k. k. zool. bot. Ges. Wien 1898. S. 374-382. — Über d. Verbr. der Salamandriden. St. d. k. böhm. Ges. d. W. 1898.

v. Ihering, Die geogr. Verbr. d. Flussmuscheln. Ausland 1890. S. 941—944, 968—973. — Über die alten Beziehungen zwischen Neuseeland u. Südamerika. Ausland 1891, S. 344—351. — Die Paläogeographie Südamerikas. Ausland 1893. — Najaden v. S. Paulo und die geogr. Verbr. der Süsswasserfauna v. Südamerika. Archiv für Naturgesch. 1893. S. 45—140. — Das neotropische Florengebiet und seine Geschichte. Englers Botan. Jahrbücher XVII. 1893. S. 1 54. — Die Ameisen von Rio Grande do Sul. Berliner entomol. Zeitschrift XXXIX. 1894. S. 321—446. — The History of the Neotropical Region. Science 1900. Bd. 12. S. 857-864.

Drude, Die Florenreiche der Erde. Ergänzungsheft Nr. 74 zu Petermanns Mitteilungen. Gotha 1884.

Engler, Versuch einer Entwicklungsgesch. der Pflanzenwelt. Leipzig 1879. 1882.

Drude, Handbuch der Pflanzengeographie. 1890.

Jura oder in die untere Kreide versetzen, sie mag von Indien her erfolgt sein, als Ursprungsland kommt aber, wie wir später sehen werden, Südafrika in Betracht, wo in der Karooformation die Allotherien Tritylodon und Theriodesmus gefunden worden sind. Sollte Neuseeland doch ein einheimisches Säugetier haben, wie Brehm[1]) es nach den Berichten von Julius de Haast als möglich hinstellt, so würde dieses eine wichtige Bestätigung unserer Annahme bilden, falls es sich mit den Monotremen verwandt erweist. Bei dem Mangel an fossilen Resten von Säugetieren im älteren Tertiär von Australien und Indien lässt sich aber nicht mit Bestimmtheit entscheiden, ob die Monotremen eine selbständige Schicht bilden oder erst zusammen mit den Beuteltieren in Australien eingewandert sind. Diese Wanderung ist nach Wallace in früher mesozoischer Zeit von Indien her erfolgt[2]) und auch Lydekker nimmt eine Herkunft aus derselben Gegend an[3]), indem er in Südostasien die Heimat sämtlicher Beuteltiere der jüngeren Tertiärzeit sieht, die von hier nach Australien, Amerika und Europa sich ausgebreitet haben. Doch bei dem schon erwähnten vollständigen Fehlen von fossilen Resten in Indien erscheint dieser Schluss ziemlich gewagt, zumal uns andere Wege zur Erklärung offen stehen, die an die wirklichen Vorkommnisse der Tiere anknüpfen. Lydekker selbst weist auf die enge Verwandtschaft der australischen Beuteltiere mit altsüdamerikanischen hin, und nach seiner Erklärung muss er annehmen, dass die letzteren von Australien her eingewandert seien. Aber ebensogut kann die Wanderung auch in umgekehrter Richtung stattgefunden haben. Dass man die australische Fauna zunächst von Indien herzuleiten sucht, ist ja ganz natürlich, bieten doch die Inseln des malaiischen Archipels eine natürliche Brücke. Nur hat diese leider noch nicht lange bestanden. Im älteren Tertiär wenigstens sind nach Weber[4]) Asien und Australien durch Meer getrennt gewesen, insbesondere ist Celebes eine geologisch junge Bildung[5]). Sehen wir uns nun die Beziehungen Australiens zu Südamerika etwas näher an. In der Sta. Cruz-Formation kommen eine grosse Reihe von Gattungen vor, die Zittel teils zu den Marsupialiern, teils zu den Allotherien stellt. Die ersteren gehören alle zu den Polyprotodontiern und zwar sind einige zu den besonderen Familien der Microbiotheriden und Borhyäniden nach Lydekker zusammenzufassen, andere wie Prothylacinus, Amphiproviverra, Perathereuthes und Protoproviverra gehören jedenfalls zu den jetzt rein australischen Dasyuriden. Diese Übereinstimmung lässt sich nur durch direkten Verkehr beider Länder erklären, da wir

---

[1]) Brehm, Tierleben. Dritte Aufl. 1890—93. Bd. III.

[2]) Wallace, G. D. I. S. 540.

[3]) Lydekker, G. H. S. 75—77.

[4]) Weber, Der Indoaustralische Archipel und die Geschichte seiner Tierwelt. Verh. d. Ges. d. Naturf. u. Ärzte. Leipzig 1903, S. 57.

[5]) Sarasin, G., Geol. G. v. Celebes. 1901.

sonst wenigstens in Nordamerika, das doch sonst an alttertiären Säugetieren so reich ist, auch Dasyuriden hätten finden müssen. Doch damit nicht genug. Auch für die Diprotodontier finden wir in Südamerika Verwandte in den sog. Allotherien, die in ihrem Gebiss auffallend mit der Phalangistidengattung Dromicia übereinstimmen, während der Schädel sonst mehr mit den polyprotodonten Perameliden übereinstimmt[1]. Wir haben in diesen Tieren also einen Mischtypus vor uns, aus dem sich die neueren Formen herausentwickelt haben. Einen Nachkommen haben diese patagonischen Tiere noch jetzt in Südamerika hinterlassen: Caenolestes = Hyracodon im oberen Amazonasgebiete (Ecuador). Die Gattung Mesitherium, aus dem unteren patagonischen Tertiär, die zu den Macropodiden zu stellen wäre, ist nach Zittel nicht völlig sicher. Wir sehen also die Heimat der spezialisierteren Marsupialier in Südamerika, weil hier die ältesten Reste derselben gefunden worden sind. Wie dieselben hierhergekommen sind, soll später untersucht werden. Einen gewissen Grad von Differentiation besassen die Tiere jedenfalls schon, in Südamerika begann die wichtige Spaltung in Diprotodontier und Polyprotodontier. Vertreter beider Gruppen wanderten in der älteren Tertiärzeit von Patagonien nach Australien, doch kann die Brücke nicht lange bestanden haben, da sonst auch höher entwickelte Formen von Südamerika nach Australien hätten gelangen müssen. Auf welchem Wege diese Wanderung erfolgt ist, kann die Tiergeographie allein nicht entscheiden, jedenfalls muss aber Neuseeland bei derselben umgangen worden sein, da wir bei dem Vorkommen sehr alter Landtiere auf dieser Doppelinsel nicht annehmen dürfen, dass durch Untertauchen des Landes, wie Hutton[2] es zur Erklärung der Verbreitung der neuseeländischen Ratiten annimmt, die Säugetierfauna vertilgt worden wäre, und da hier auch keine Feinde vorhanden waren, die die Marsupialier hätten ausrotten können. Die Brücke muss also südlich oder nördlich von Neuseeland vorbeigeführt haben, d. h. sie muss über einen Antarktischen Kontinent erfolgt sein, oder etwa über Paumotu, Tahiti, Samoa und Fidschi-Inseln. In Australien trat dann die weitergehende Differentiation ein. Wallace nimmt an, dass in der älteren Tertiärzeit das festländische Australien durch ein tiefes Meer in einen östlichen und westlichen Teil geschieden war, von denen der letztere allein die Beuteltierfauna enthielt, während der erstere mit Neuseeland noch in Verbindung stand[3]. Wir müssten dann nach dem oben Gesagten annehmen, dass Westaustralien mit Neuguinea zusammenhing und von hier aus seine Beuteltiere erhielt. Wahrscheinlich stand aber Neuguinea auch mit dem Osten in Verbindung, der jedenfalls nur im Süden von dem Westen getrennt war, wie die Verbreitung der

[1] Lydekker, G. H. S. 151.

[2] Hutton, On the geographical relations of the New Zealand-Fauna. Transactions of the New Zealand Institute. v. 5. 1872.

[3] Wallace, l. l. p. 465.

Monotremen es uns schliessen lässt, die fast ganz auf Ostaustralien und Neuguinea beschränkt ist. Es liegt übrigens kein Grund vor, für die Tertiärzeit noch eine Verbindung Neuseelands mit dem Festlande anzunehmen, wenn auch diese Insel sowohl als auch Australien damals jedenfalls ausgedehnter waren als jetzt. Wie wir auf Grund der Tiergeographie den Weg der Wanderung der Marsupialier nicht genau angeben können, so ist Gleiches auch mit der Zeit derselben der Fall. Die Sta. Cruzschichten sind nach d'Orbigny oligozän, nach einigen Forschern sogar miozän! Sehen wir die in ihnen vorkommenden Marsupialier als direkte Vorfahren der australischen an, so müsste die Wanderung etwa im Miozän erfolgt sein. Doch wahrscheinlicher müssen wir in den südamerikanischen Formen einen Seitenzweig erblicken, der sich erst sehr wenig von der gemeinsamen Wurzel entfernt hatte. In diesem Falle, und der scheint mir der wahrscheinlichere, da die südamerikanischen doch in manchen Zügen, besonders in der Bezahnung den Polyprotodontiern sich annähern, müsste die Wanderung spätestens im Oligozän erfolgt sein, wahrscheinlich aber noch früher. Die alte Landbrücke muss dann während der Oligozänzeit vollständig verschwunden sein, und während der jüngeren Tertiärzeit ist das australische Festland mit Neuguinea das Ausstrahlungsgebiet der Marsupialier geworden, die von hier allerdings in sehr vereinzelten Formen einerseits bis Celebes, andererseits bis zu den Salomonen kamen. Eine dritte Schicht bilden unter den Säugetieren Australiens die Muriden, die alle einen sehr altertümlichen Typus zeigen. Die meisten Gattungen derselben sind in Australien und Neuguinea endemisch. Auffällig ist aber die Gattung Xeromys, die in Australien vorkommt, aber auch eine Art in den Bergen von Luzon aufzuweisen hat, wo ausserdem noch acht verwandte altertümliche Muridenarten zu finden sind. Wir müssen aus diesem Grunde schliessen, dass diese Muriden von Indien her ihren Weg nach Australien gefunden haben und zwar jedenfalls nach dem Miozän, als im malaiischen Gebiete neues Land in Celebes und den kleinen Sundainseln sich erhob, und dadurch die Lücke zwischen Asien und Australien verkleinert wurde. An eine vollständige Landverbindung dürfen wir dabei nicht denken, sonst hätten auch andere plazentale Säugetiere Australien erreichen müssen, vielmehr müssen wir bei diesen Mäusen, wie schon früher erwähnt, einen passiven Transport auf Flössen annehmen, an denen in dem waldreichen malaiischen Archipel wohl kein Mangel gewesen ist. Wahrscheinlich ist die Einwanderung von den Philippinen über Celebes und die Molukken erfolgt. Früher können die Muriden jedenfalls nicht nach Australien gekommen sein, da die ältesten Muridenreste, die wir kennen, aus dem untersten Pliozän stammen. Von den landbewohnenden Säugetieren sind nun nur noch drei Gattungen zu erwähnen: Canis, Sus und Mus. Der Dingo ist vielfach als verwilderter Haushund an-

gesehen worden, eine Ansicht, der besonders Nehring[1]) energisch entgegentrat. Für die Auffassung des Dingo als einheimisches Tier scheint besonders sein fossiles Vorkommen zusammen mit den riesenhaften Marsupialiern Diprotodon und Thylacoleo zu sprechen, die in der Diluvialzeit in Australien lebten. Seine Heimat ist jedenfalls Indien, wo die Gattung Canis in den unterpliozänen Siwalikschichten die ältesten von ihr überhaupt herrührenden Reste hinterlassen hat. Nehmen wir an, dass der Dingo ohne Beeinflussung durch den Menschen nach Australien gekommen wäre, so müssten wir eine Landverbindung zwischen Australien und Indien annehmen, und dann wäre es wiederum unerklärlich, warum nicht auch andere Tiere, besonders Raubtiere, diesen Weg benutzt haben sollten. An eine Verbreitung durch Schwimmen über schmale Meeresstrassen kann aber ebensowenig gedacht werden, denn sonst hätte wenigstens das Schwein Australien erreichen müssen, das doch auch in den Siwalikschichten sehr häufig ist und sogar Neuguinea erreicht hat. Ausserdem fehlen die Caniden vollständig auf Celebes, den Molukken, den kleinen Sundainseln und auf Neuguinea. Wir müssen also aus diesen Gründen den Dingo als eingeführtes Tier ansehen, allerdings muss er und mit ihm der Mensch spätestens in der Diluvialzeit den australischen Boden betreten haben. Das Schwein von Neuguinea (Sus papuensis) dagegen können wir eher als aktiven Einwanderer ansehen, der vielleicht in der Pliozänzeit nach der Insel kam. Noch jetzt weist es Verwandtschaft mit malaiischen Formen auf. Diese Wanderung mag etwa gleichzeitig mit der der Muriden stattgefunden haben. Die kosmopolitische Gattung Mus endlich ist sicher zum Teil mit anderen Muriden in ihr jetziges Gebiet gekommen, und hat sich später wahrscheinlich nicht ohne Einwirkung des Menschen auch über viele polynesische Inseln und selbst Neuseeland ausgebreitet. Wir bekommen also unter den Landsäugetieren der australischen Region folgende Schichten:

1. Monotremen-Schicht, eingewandert in mesozoischer Zeit von Indien her.
2. Marsupialier-Schicht, im Eozän von Patagonien.
3. Muriden-Schicht, im Pliozän von Indien.

Werfen wir nun noch einen Blick auf die übrigen Säugetiere, so sind in der australischen Region fast alle Familien der Fledermäuse vertreten, die sich zum Teil auch fast über ganz Polynesien ausgebreitet haben, am weitesten die am wenigsten differenzierten Familien der Vespertilioniden und der Noctilioniden. Die ersteren sind eine sehr alte jetzt kosmopolitische Familie, die schon im Eozän weit verbreitet waren. Möglicherweise sind sie also schon mit den Marsupialiern nach Australien gekommen und haben von hier aus alle polynesischen Inseln er-

[1]) Sitzungsber. d. naturf. Freunde. Berlin 1882. S. 67. — Zoologischer Garten. 1885. S. 164.

reicht. Die Noctilioniden sind auf Neuseeland durch Mystacina tuberculata vertreten, während sie sonst hauptsächlich in der neotropischen Region, aber auch in Indien, Madagaskar, Südafrika und im Mittelmeergebiet sich finden. Merkwürdigerweise ist aber Mystacina besonders nahe mit den südamerikanischen Formen verwandt, ja sie stellt geradezu einen Übergang von den vorherrschend neotropischen Noctilioniden zu den rein südamerikanischen Phyllostomatiden dar[1]), wir müssen also wohl diese Familie ebenfalls der Marsupialierschicht zurechnen. Dafür spricht auch die Verbreitung der Gattung Molossus, die in Australien, Südamerika und Afrika vorkommt, in Indien aber fehlt[2]). Merkwürdig ist freilich das Fehlen der Familie in dem polynesischen Gebiete, doch haben die Noctilioniden offenbar eine geringere Migrationsfähigkeit und haben sich daher nicht über das Neuland der polynesischen Inseln ausbreiten können. Jedenfalls war also in alttertiärer Zeit zwar Neuseeland bereits vom australisch-melanesischen Festlande getrennt, aber nicht so weit, dass nicht die Vespertilioniden und Noctilioniden es hätten erreichen können. Dann hat sich aber die Lücke erweitert, denn die spezialisierteren Familien der Rhinolophiden und Pteropiden sind nicht mehr zu der Doppelinsel gelangt. Beide sind ausschliesslich altweltlich, können also nur von Indien nach Australien gekommen sein, also jedenfalls auch im Pliozän. Infolgedessen haben die Rhinolophiden nur Australien und Neuguinea erreicht, trotzdem auch sie eine alte Familie darstellen; die Pteropiden haben zwar noch ganz Mikronesien, Melanesien sowie die Samoa- und Cookinseln erreicht, fehlen dagegen den Tahiti- und Hawaiinseln trotz ihrer Grösse, ebenso auch Neuseeland. Wir können also auch bei den fliegenden Säugetieren zwei Schichten, entsprechend den Hauptschichten der Landsäugetiere unterscheiden. Wenden wir uns endlich den im Wasser lebenden Säugetieren zu, so finden wir bei den Pinnipediern wiederum Ähnlichkeiten mit Südamerika, doch dürften diese auf einer Verbreitung längs der antarktischen Küsten zurückzuführen sein, wie bei den Phociden Stenorhynchus (Neuseeland, Falklandinseln) und Leptonyx (Südaustralien, Patagonien), da Pinnipedier erst seit dem Miozän fossil bekannt sind. Denselben Weg hat wahrscheinlich auch die Verbreitung des Otariden Arctocephalus genommen, während Zalophus an der pazifischen Westküste nach Süden gewandert zu sein scheint. Unter den Sirenen ist das pliozäne australische Chronozoon nahe verwandt mit dem südamerikanischen miozänen Ribodon und dem pliozänen Antaodon, letzteres allerdings nur in sehr zweifelhaften Resten erhalten. Bei diesen mehr tropischen Tieren müssen wir an eine Verbreitung längs der Küsten eines pazifischen Kontinentes denken, da sie nicht das freie Meer durchqueren, und da sie auch schon seit dem Eozän vorhanden sind. Freilich ist ihre Verbreitung nicht rein

---

[1]) Wallace, G. D. II, S. 209.
[2]) Wallace, G. D. I, S. 550.

tropisch, wie das Beispiel der Rhytina zeigt, aber eine Landverbindung muss jedenfalls vorhanden gewesen sein. Unter den Cetaceen finden wir eigentümlicherweise Beziehungen zwischen der Tasmansee und dem Meere zwischen Island und Skandinavien, nämlich bei den Phocäninen Beluga und Pseudorca, die auf diese beiden Meere beschränkt sind. Diese Schwierigkeit wird aber durch die Tatsache beseitigt, dass in tertiärer Zeit ein Meeresarm Asien von Europa trennte und so ein kürzerer Verbindungsweg offen stand. Die anderen australischen Delphiniden sind weit verbreitet. Unter den Hyperoodontiden kommt in Neuseeland eine endemische Gattung Berardius vor, doch auch diese weist auf altweltlichen Ursprung hin. Wir dürfen aber nicht annehmen, dass die Wale auch erst im Pliozän in die australischen Meere gekommen wären. Vielmehr finden sich in Australien fossil der eozäne mit Zeuglodon nahe verwandte Kenodon von Neuseeland und der etwas jüngere Squalodon. Dagegen ist die Sirene Halicore jedenfalls erst in pliozäner Zeit von Insel zu Insel wandernd nach Australien gekommen.

Es verteilen sich also die Familien in folgender Weise:

Monotremenschicht:	**Marsupialierschicht:**	**Muridenschicht:**
		Fissipedia.
		(Canidae).
	Chiroptera:	
	Noctilionidae.	Rhinolophidae.
	Vespertilionidae.	Pteropidae.
		Rodentia.
		Muridae.
	Sirenia:	
	Chronozoon.	Halicoridae.
	?Cetacea.	Ungulata.
	Balaenidae.	Suidae.
	Ziphiidae.	
	Physeteridae.	
	Delphinidae.	
	†Squalodentidae.	
	†Zeuglodontidae.	
Monotremata.	Marsupialia.	
*Ornithorhynchidae.	*Phascolomyidae.	
*Echidnidae.	*†Diprotodontidae.	
	*†Nototheriidae.	
	*Macropodidae.	
	*Hypsiprymnidae.	
	Phalangistidae.	
	*†Thylacoleonidae.	
	*Dasyuridae.	
	*Peramelidae.	
	*Myrmecobiidae.	
	*Notoryctidae.	

Durch einen Stern * bezeichnete Familien sind in der Region endemisch, mit einem Kreuz † bezeichnete ausgestorben.

§ 24. Wir gehen nun zur Betrachtung der australischen **Vögel** über, um zu sehen, ob wir bei ihnen ähnliche Beziehungen wie bei den Säugetieren finden. Da die Vögel jünger sind als die Säugetiere und erst im oberen Jura, und zwar auf der nördlichen Erdhälfte sich entwickelt haben, so können in Australien nur Vertreter der beiden jüngeren Schichten gesucht werden und tatsächlich weisen die australischen Vogelfamilien mit ihren verwandtschaftlichen Beziehungen teils auf Südamerika, teils auf Indien; freilich lassen sich diese besonders bei dem Mangel an fossilen Resten nur mit geringer Sicherheit feststellen. Wir stellen zunächst die Familien zusammen, die auf eine Herkunft von der neotropischen Region schliessen lassen. Unter den Sperlingsvögeln (Picopasseriformes) erwähnen wir an erster Stelle die Drepanididen, die endemische Vogelfamilie der Hawaii-Inseln, deren weitgehende Differentiation nach Wallace[1]) darauf schliessen lässt, dass die Familie einst ein grösseres Land im pazifischen Ozean bewohnte. Diese Vögel müssten demnach schon sehr lange auf den Inseln sein bezw. auf einem früheren Lande in der Nähe sich aufgehalten haben. Am meisten verwandt mit ihnen scheinen die Dicäiden zu sein, deren Hauptgebiet die malaiischen Inseln darstellen. Die Formen sind demnach von Osten nach Westen gewandert, über die Herkunft lässt sich dagegen nichts Bestimmtes aussagen. Die Pachycephaliden scheinen mit den südamerikanischen Vireoniden verwandt zu sein. Mit grösserer Sicherheit noch können wir in den Hirundiniden eine südliche Familie sehen, von der eine neotropische Gattung Atticora auch mit einer Art in Australien vorkommen soll[2]), während eine andere, Petrochelidon, Amerika und Südafrika gemeinsam ist. Im Norden ist Hirundo dagegen erst seit dem Diluvium bekannt. Mit den Vögeln der neotropischen Formicaria-Gruppe sind verwandt die Menuriden von Australien, die einen sehr spezialisierten Seitenzweig derselben darstellen. Mit deren Vorfahren dürften auch die Eurylämiden von Hinterindien und den malaiischen Inseln, die nächstverwandt den südamerikanischen Cotingiden sind, sowie die Pittiden gewandert sein, die auch in Australien und Westafrika aber seltener vorkommen und den Pteroptochiden von Südamerika nahe stehen. Eine sehr alte südliche Vogelordnung bilden dann die Papageien, die in der australischen Region durch sechs Familien vertreten sind. Das zweite Hauptgebiet der Ordnung ist das tropische Südamerika. Unter den australischen Familien weisen die Nestoriden, vertreten durch fünf neuseeländische und eine papuanische Art, verwandtschaftliche Beziehungen zu den australischen Trichoglossiden und den neotropischen Conuriden auf. Alles das spricht dafür, dass die Papageien schon sehr alte Bewohner der Region sind und der Marsupialierschicht angehören. Die anderen Familien kommen zum Teil auch in der orientalischen Region

[1]) Wallace, G. D. II, S. 312—313.

[2]) Ebend. S. 316.

vor, in die sie von Australien her eingewandert sein dürften, als die Vögel der jüngeren Schicht nach diesem Erdteile sich verbreiteten, also etwa vom Miozän an. Von hier aus kann dann auch die Gattung Palaeornis nach Afrika, den Seychellen und Mauritius gekommen sein, wenn wir es hier nicht mit einer Einführung durch den Menschen zu tun haben [1]). Die Ausbreitung der Vögel konnte ja viel früher und länger stattfinden als die der Säugetiere. Eine ähnliche Rolle scheinen auch die Taubenvögel zu spielen, deren Hauptgebiete ebenfalls Australien und Südamerika sind. Einzelne Forscher haben sogar eine enge Verwandtschaft australischer und neotropischer Formen angenommen, wie zwischen Phaps und Zenaïda [2]). Dafür spricht auch das Vorhandensein einer endemischen Familie, der Didunculiden, auf den Samoa-Inseln. Unter den Hühnervögeln sind die australischen Megapodiden verwandt mit den südamerikanischen Craciden. Sie bilden zusammen mit den Opisthocomiden des Amazonasgebietes einen altertümlichen Zweig des Hühnergeschlechtes im Gegensatze zu den nordischen Phasianiden und Tetraoniden. Von den Kranichvögeln stehen die Rhinochetiden von Neukaledonien den neotropischen Psophiiden und Eurypygiden sehr nahe, von denen besonders die letzteren einen sehr generellen Typus darstellen, der „dem Grundstock der Regenpfeifervögel, der Hühnervögel und der Kranichvögel sich am meisten nähert." [3]). Nahe verwandt sind auch die Mesitiden von Madagaskar, also auch in einem Lande mit altertümlicher Fauna heimisch. Von den Ralliden weist Porphyrio wegen seines Fehlens in Nordamerika auf südlichen Ursprung. Die anderen Ralliden dagegen zeigen indische Beziehungen. Unter den Regenpfeifervögeln gehören jedenfalls hierher die jetzt kosmopolitischen Charadriden. Von ihnen fehlen mehrere Gattungen (Oedicnemus, Hoplopterus, Eudromia) in Nordamerika, die sonst allgemein verbreitet sind, diese können also nicht erst im Pliozän nach Südamerika gekommen sein. Dazu kommt, dass Neuseeland zwei endemische Gattungen aufzuweisen hat. Die Parriden dagegen fehlen in dem Australien zugewandten Teile von Südamerika. Von den Stossvögeln sind die Buteoniden vorzugsweise neotropisch, in Australien vertreten durch Urospizias, in Neuseeland durch den subfossilen Harpagornis. Unter den Aquiliden kommt nach Wallace Lophotriorchis im sundanesischen Gebiet und bei Bogatá vor, nach dem Vorhergehenden können wir also auch hier eine Verbindung über Polynesien annehmen. Im übrigen aber weist diese Familie mehr nach Indien. Von den Steganopoden dürfen wir als paläozäisch ansprechen die Plotiden und Phaëthontiden. Bei den Ciconiiden spricht das Fehlen in Nordamerika für südlichen Ursprung.

---

[1]) Wallace, G. D. II, S. 364.

[2]) Ebend. I, S. 463.

[3]) Burckhardt, Rud., Das Problem des antarktischen Schöpfungszentrums vom Standpunkte der Ornithologie. Zool. Jahrb., Abt. f. Syst. Geogr. u. Biol. d. Tiere. XV. 1902. S. 518.

Diesen dürfen wir aus später zu erwähnenden Gründen auch bei den Ardeiden annehmen. Auch die Anatiden gehören wenigstens zum Teil zu den älteren Bewohnern der australischen Region. Diese weisen aber nicht nur zu Südamerika Beziehungen auf, sondern auch zu Europa. Wir erwähnen die Gattungen Tadorna (paläarkt. u. austr. Reg.), Fuligula (holarkt. Reg. u. Neuseeland), Mergus (holarkt. Reg., Brasilien, Auckland-Insel), Mareca (holarkt. Reg., gemäss. Südamerika, Australien). Die Verbreitung erinnert zum Teil sehr an die einiger obenerwähnten Cetaceen. Auch Cereopsis kommt von allen Anatiden dem riesigen Gastornis aus dem europäischen Eozän am nächsten. Eine typische südliche Familie bilden endlich die Sphenisciden, die durch Palaeeudyptes schon im Eozän von Neuseeland vertreten sind. Gehen wir nun zu den Ratiten über, so würden diese sämtlich ohne weiteres der ersten Schicht zuzurechnen sein, wenn sie wirklich phylogenetisch zusammengehörten, was aber nicht der Fall ist. Vielmehr haben sich verschiedene Vogelformen durch Anpassung einander genähert. Näher miteinander verwandt sind die Casuariden und Dromäiden, die nach Fürbringer[1]) von gleichem Stamme sich abgezweigt haben wie die gallimorphen und gruimorphen Vögel. Ihre Vorfahren müssten also den Eurypygiden nahe gestanden haben. Dies spricht für einen südlichen Ursprung. Die Gattung Megalornis aus dem eozänen Londonton ist zu unbestimmt, um gegen diesen Schluss Gewicht zu haben. Wichtiger ist das Vorkommen von Dromornis in den Siwalikschichten. Dagegen gehören die Apterygiden und Dinornithiden jedenfalls zum Rallenstamme und haben sich aus diesem an Ort und Stelle entwickelt wie Notornis und Diaphorapteryx. Nach Fürbringer schliessen sie sich freilich näher an die Hühnervögel an, unter denen die südlichen Formen die primitiveren sind. Der zweiten Schicht gehören alle Vogelfamilien an, die wir bisher nicht erwähnt haben. Diese enthält also gerade einige der für die australische Region charakteristischsten Familien, wie die Paradiseiden, Meliphagiden, Atrichiiden, Podargiden, sowie die zahlreichen Formen, die Australien mit Indien und anderen altweltlichen Ländern gemeinsam hat. Diese Tiere sind vom Miozän an eingewandert, und zwar jedenfalls im Anfang am stärksten, doch mögen die Nachwirkungen bis in die Jetztzeit sich erstrecken. Mindestens war die Dauer dieser Wanderung viel grösser, als die der Säugetiere, da für die Vögel die räumliche Näherung der Landmassen genügte, während für die Säugetiere eine vollständige oder wenigstens beinahe vollständige Verbindung notwendig war. Die Wanderung der Vögel wird auch nicht als gleichmässiger Strom erfolgt sein, vielmehr können wir annehmen, dass sie in einigen Absätzen erfolgte. Weitverbreitete Formen werden im allgemeinen bei gleicher Migrationsfähigkeit früher eingewandert sein, ebenfalls sehr spezialisierte Formen.

---

[1]) Fürbringer, Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel. 1888. S. 1513.

So werden wir z. B. die Vögel, die Neuseeland erreicht haben, als sehr frühe Einwanderer ansehen müssen. Im folgenden sind zur Übersicht die in der australischen Region vorkommenden Vogelfamilien zusammengestellt, die endemischen durch einen *, die in Neuseeland oder den Nachbarinseln vorkommenden durch N, die in Polynesien vorkommenden durch P, die auf Hawaii vorkommenden durch H bezeichnet.

Marsupialierschicht:	**Muridenschicht:**
Picopasseriformes:	
?Dicaeidae N.	Turdidae P.
*Drepanididae H.	Sylviidae PN.
Pachycephaliden P.	*Atrichiidae.
Hirundinidae PN.	Timaliidae N.
—	Cinclidae (bis Neu-Guinea).
Eurylaemidae Oriental.	Certhiidae.
Pittidae.	Sittidae N.
—	Paridae N.
*Menuridae.	Oriolidae.
	Campephagidae PN.
	Dicruridae.
	Muscicapidae PHN.
	Laniidae.
	Corviidae PH.
	*Paradiseidae.
	*Meliphagidae PHN.
	Nectariniidae.
	—
	Ploceidae P.
	Sturnidae PN.
	Artamidae P.
	Alaudidae.
	Motacillidae N.
Coccygiformes.	—
Cuculidae PN. (z. T.) (s. § 79).	Cypselidae P.
Psittaciformes.	Halyciformes.
Cacatuidae.	Meropidae.
*Platycercidae PN.	Alcedinidae PHN.
Palaeornithidae.	Bucerotidae bis Salomon-Inseln.
Trichoglossidae P.	Coraciformes.
*Nestoridae N.	Coracidae P.
*Stringopidae N.	Podargidae.
Columbiformes.	Caprimulgidae P.
Columbidae PN.	Strigidae PHN.
*Didunculidae P.	
Galli ormes:	
Megapodidae P.	Tetraonidae N.
Gruiformes:	
*Rhinochetidae.	Turnicidae.
Rallidae HPN (nur z. T.)	*Aptornithidae N.

Charadriiormes:

Charadridae PHN. (z. T.)
Laridae (z. T.) Kosm.
Tubinares.
Procellaridae Kosm.
*Scolopacidae PHN.
Glareolidae.
Otididae.
Parridae.

Ciconiiformes.

Buteonidae.
Aquilidae PHN. (nur z. T.)
Plotidae.
Phaëthontidae.
Ardeïdae PHN (s. § 37).
Ciconiidae.
Anseriformes.
Anatidae (z. T.).
Aptenodytiformes.
Spheniscidae.
Hippalectryornithes.
*Casuaridae.
*Dromaeidae.
*Apterygidae N.
*Dinornithidae N.
*Palapterygidae N.
Accipitridae.
Falconidae N.
Pandionidae PHN.
Sulidae.
Phalacrocoracidae.
Pelecanidae.
Plataleidae.
Podicipitiformes.
Podicipidae PN.

Wir sehen also, alle australischen Vogelfamilien lassen sich den bei den Säugetieren gefundenen Schichten einordnen, wenn auch die Einordnung bei kosmopolitisch verbreiteten oder ans Meer gebundenen Familien etwas unsicher ist. Während aber bei den Säugern, soweit sie Landtiere sind, alle Glieder einer Ordnung einer Schicht angehören, ist dies bei den Vögeln nicht der Fall. Das rührt einmal von ihrer Lebensweise her, bei den Fledermäusen finden wir dasselbe Verhältnis. Dann aber müssen sich die Vögel sehr rasch differenziert haben, und wenn sie auch erst nach den Säugetieren auf der Erde erschienen, so hat sich ihr Stamm doch wahrscheinlich früher in seine Hauptäste gespalten. Dies ist auch ganz natürlich, da die Vögel mit viel weniger Konkurrenten im Kampf ums Dasein es zu tun hatten, als die auf dem Lande und im Wasser lebenden Tiere. Infolgedessen konnten sie sich viel leichter und schneller den verschiedensten Bedingungen des Lebens anpassen und ihre Zweige in die Breite entfalten.

§ 25. Die Vögel sind nur ein besonders spezialisierter Zweig der **Reptilien,** mit denen sie noch in vielen anatomischen Merkmalen übereinstimmen. Dagegen sind die Reptilien viel älter. Nur ihr jüngster und jetzt entwickeltster Ast, der der Lepidosaurier, dürfte der Zeit seiner Entwickelung nach mit den Vögeln übereinstimmen. Die Differenzierung dieser Reptilien muss spätestens in der mittleren Kreideformation erfolgt sein, da aus dieser schon die drei Zweige der Lepidosaurier fossil bekannt sind. Infolgedessen müssen wir unter ihnen mindestens Vertreter der beiden Hauptschichten finden, zumal die Reptilien in ihren Verbreitungsbedingungen mit den Säugetieren weit besser übereinstimmen als die Vögel. Die Schlangen Australiens weisen in ihren verwandt-

schaftlichen Beziehungen meist auf Indien. Selbst viele Angehörige von sonst südlichen Familien scheinen über Indien nach Australien gekommen zu sein. Beziehungen zu Südamerika, allerdings nur geringe, weisen die Typhlopiden auf. Unter den Calamariiden kommt Rhabdosoma in Südamerika und Mexiko, sowie in Neu-Guinea und auf den malaiischen Inseln vor. Derselben Schicht gehören die auf Indien und Südamerika beschränkten Oligodontiden an, wenn sie auch in Australien fehlen. Auch die Colubriden sind eine südliche Familie, doch lassen sich bei ihr keine direkten Beziehungen zu Südamerika ermitteln, die australischen Formen dieser Familie sind freilich sehr spezialisiert, alle 15 Colubriden von Neu-Guinea sind nach Palacky endemisch, doch kann diese Differenzierung ebensogut seit dem Pliozän erfolgt sein, wie bei den Paradiesvögeln. Für eine späte Einwanderung spricht besonders die Tatsache, dass nur die weit verbreiteten Gattungen Tropidonotus und Coronella Nordaustralien erreicht haben. Der Marsupialierschicht gehören dagegen die Homalopsiden an, die hauptsächlich für die orientalische und für die neotropische Region charakteristisch sind. Gleiches gilt von den auf diese beiden Regionen beschränkten Scytaliden, deren Zusammengehörigkeit freilich zweifelhaft ist. Ähnlich ist die Verbreitung der Amblycephaliden, von denen Anoplodipsas auf Neukaledonien vorkommt, welche Gattung ein Mittelglied zwischen dem orientalischen und dem neotropischen Teile der Familie zu bilden scheint. Unter der sehr alten und schon im älteren Tertiär im Norden vertretenen Familie der Pythoniden hat die melanesische Gattung Enygrus nach Palacky eine Art in Guayaquil, sechs in Brasilien. Die Elapiden sind vorwiegend australisch und haben sich von hier aus westwärts verbreitet. In Südamerika gehört zu ihnen die sehr differenzierte Gattung Elaps, die allein ebensoviel Arten aufweist, als die elf in der australischen Region endemischen Gattungen. Aus ihnen haben sich jedenfalls in den australisch-malaiischen Gewässern die Hydrophiden entwickelt. Unter den Eidechsen gehören der älteren Schicht an die in weit getrennten Arealen vorkommenden Gymnophthalmiden, vielleicht die in Australien endemischen Pygopodiden, Aprasiaden und Lialiden, sowie die fast universell verbreiteten Scinciden. Unter diesen sei besonders erwähnt Mabouya, vorkommend in Südamerika, Neuguinea und Nordaustralien, sowie in der orientalischen Region. Eigentümlich ist die Verbreitung von Heteropus. Diese Gattung findet sich in Australien, im Neuguineagebiet und auf der Insel Bourbon. Wir können hier an eine direkte Verbindung denken, trotzdem die Scinciden erst seit dem Miozän in Europa sich finden. Ja diese Tatsache spricht eher für die Zugehörigkeit zur Monotremenschicht wie wir später sehen werden. Eine ähnliche Beziehung finden wir bei den Gymnophthalmiden, von denen Cryptoblepharus in Australien, Neuguinea, auf den Fidschi-Inseln und auf Mauritius lebt. Bei dieser Familie sehen wir schon aus dem weit zerstreuten Verbreiterungsgebiete die früher ausgedehntere Verbreitung. Das grösste Wohngebiet besitzen in der austra-

lischen Region die Geckotiden, die einzigen Eidechsen Polynesiens mit Ausnahme der Gymnophthalmiden von Hawaii. Auch diese weisen auf südlichen Ursprung. Unter ihnen ist Goniodactylus in Südamerika, Australien, Timor und Algerien, Phyllodactylus in Madagaskar, Queensland, Südamerika und Kalifornien zu finden. Gleiches gilt von den Iguaniden, die in Australien und auf den Fidschi-Inseln durch je eine Gattung vertreten sind (Oreodeira bezw. Brachylophus), während sie sonst fast ausschliesslich neotropisch sind. Unter den Schildkröten gehören zur Marsupialierschicht die Chelydiden, von denen Platemys in Australien, Neuguinea und Südamerika vorkommt. Von den Chersiden muss Meiolania derselben Schicht angehören, da das früher nur auf Neuseeland und der Lord-Howe-Insel gefundene diluviale Tier neuerdings auch in Patagonien gefunden worden ist [1]). Diese Wanderung muss bereits vor der der Marsupialier erfolgt sein, als Neuseeland noch nicht von Australien abgetrennt war. Die Cheloniiden unterliegen als Seetiere besonderen Verbreitungsbedingungen. Alle anderen Reptilien müssen wir dagegen der Muridenschicht zurechnen. Nur die Sphenodontiden von Neuseeland dürfen wir als sichere Vertreter der Monotremenschicht ansehen. Diese Familie ist nur im europäischen Malm fossil bekannt, fehlt dagegen in Amerika, sie ist also in mesozoischer Zeit über Indien nach Australien gekommen, mit ihr vielleicht auch die Gymnophthalmiden und Scinciden, die dann im Eozän nach Südamerika gekommen sein könnten, so dass wir hier ein Beispiel für das Gegenseitigkeitsgesetz hätten. Die australischen Reptilfamilien verteilen sich also folgendermassen:

Monotremenschicht:	**Marsupialierschicht:**	**Muridenschicht:**
		Crocodilia.
		Crocodilidae.
		Rhynchosuchidae.
	Ophidia:	
	Typhlopidae (z. T.).	Colubridae.
	Calamariidae.	Dendrophidae.
	Oligodontidae.	Dipsadidae.
	Homalopsidae.	Lycodontidae.
	Scytalidae.	Acrochordidae.
	Amblycephalidae.	Crotalidae.
	Pythonidae.	
	Elapidae.	
	?Hydrophidae PHN.	
	Lacertilia.	
?Gymnophthalmidae H.	*Pygopodidae.	Varanidae.
?Scincidae PN.	*Aprasiadae.	Lacertidae.
	*Lialidae.	Agamidae.
	Geckotidae PHN.	
	Iguanidae.	

[1]) Moreno, Note on the discovery of Miolania and of Glossotherium in Patagonia. Geol. May. Vol. 6. 1899. — Smith-Woodward, On some extinct Reptiles of Patagonia. Proc. Zool. Soc. London 1901.

Rhynchocephalia.		
Sphenodontidae N.		
	Testudinata:	
?Dermatochelydidae N.	Chelydidae.	?Chelonidae PHN.
††Ichthysauria.	Chersidae z. T. N.	Emydidae.
††Ichthyosauridae N.		

Zwei Kreuze bedeuten, dass die Familie vor dem Eozän ausgestorben ist.

§ 26. Unter den **Amphibien** kommen für uns nur die Batrachier in Betracht, deren fossile Reste nur bis zum Eozän zurückreichen, wenn auch die Abzweigung schon früher erfolgt sein muss. Unter diesen haben wir wiederum auffällige Beziehungen zwischen Australien und Südamerika, bezw. zwischen Indien und Südamerika. An erster Stelle sind die Cystignathiden zu erwähnen, die auf das tropische Amerika und auf Australien beschränkt sind. Unter den in letzterer Region vorkommenden Gattungen sind Chiroleptes und Heleioporus amerikanische Formen[1]. Bei den Engystomatiden spricht das Vorkommen der Gattung Phrynella in Peru und Sumatra für die Zugehörigkeit zur Marsupialierschicht, wiewohl diese Familie das festländische Australien nicht erreicht, dagegen auf Neuguinea die beiden monotypen endemischen Gattungen Xenorhina und Xenobatrachus aufweist. Nach Wallace zeigt eine ähnliche Verbreitung wie Phrynella Engystoma, das sich in Südamerika und in Südchina findet. Von den vorzüglich neotropischen Hyliden kommen in der australischen Region 31 Arten der Gattung Hyla vor, in Asien dagegen nur vier! Dagegen gehören die Raniden und Bufoniden der jüngeren Schicht an, da die ersteren in Südamerika fehlen und auch nur Melanesien bis zu den Salomonen erreicht haben, während von den letzteren zwar drei endemische australische Gattungen vorhanden sind, dagegen die neotropische weitverbreitete Gattung Bufo in Australien vollständig fehlt. Dagegen findet sie sich merkwürdigerweise auf Hawaii in einer Art (B. dialofus). Junge Bewohner der Region sind noch die Pelobatiden, die ebenfalls in Südamerika fehlen. Die eigentümlichste Verbreitung haben die Discoglossiden, von denen drei Gattungen in Südwesteuropa und China vorkommen, während die vierte monotype Liopelma Hochstetteri auf Neuseeland beschränkt ist. Die Familie hatte früher sicher weitere Verbreitung und kann nach ihren jetzigen Wohnsitzen nur über Indien nach Australien gekommen sein. Freilich war im Pliozän Neuseeland schon isoliert, wir müssen also bei dieser Form eine passive Verschleppung annehmen. Dazu kommt noch ein triasischer Stegocephale. Wir bekommen also folgende Verteilung der Amphibien.

Monotremenschicht:	**Marsupialierschicht:**	**Muridenschicht:**
††Stegocephali.	Anura:	
††Micropholididae.	Engystomatidae.	?Bufonidae H.
	Cystignathidae.	Ranidae.
	Hylidae.	?Discoglossidae N.
		Pelobatidae.

[1] Palacky, Verh. d. k. k. z. b. Gesellsch. S. 380.

§ 27. Wir haben versucht, von den Amniota und den Amphibien alle Familien den einzelnen Schichten einzuordnen, natürlich mit der Einschränkung, dass von Familien der Marsupialierschicht einzelne Gattungen erst in der Pliozänzeit eingewandert sein können; eine absolut scharfe Trennung ist hier so wenig möglich als in irgend einem Gebiete der Naturwissenschaften. Wenn wir uns nun zu den **Fischen** wenden, so müssen wir darauf verzichten, alle in der australischen Region vorkommenden Fischfamilien behandeln zu wollen. Die marinen Fische unterliegen anderen Verbreitungsbedingungen wie die Landtiere, und lassen sich daher nicht ungezwungen in die Schichten einreihen, ebensowenig wie dies bei einigen wasserliebenden Vögeln angängig war. Wir werden uns deshalb in der Hauptsache auf die Süsswasserfische beschränken und von den Seefischen nur eine Auswahl bringen. Selbst die Süsswasserfische lassen sich nicht alle in die Schichten einordnen, da sie auch eine spezielle Anpassung von Seefischen sein können. Dies gilt z. B. von der einzigen Süsswasserfamilie der Anacanthinen, von den Gadopsiden, die in einer monotypen Gattung in den Flüssen Australiens und Tasmaniens vorkommen. Wir haben in dieser endemischen Familie eine spezielle Anpassung der weitverbreiteten Gadiden an das Süsswasser zu sehen, von denen ja auch im holarktischen Gebiete Lota zum Süsswasserfisch geworden ist. Gleiches könnte man auch unter den Acanthopterygiern bei den Trachiniden vermuten, die fast universell verbreitet sind. Doch dürfen wir sie wohl wenigstens zum Teil der Marsupialierschicht zuordnen, da von Aphritis eine Art in Tasmanien, die beiden anderen dagegen an den Küsten Patagoniens vorkommen. Auch die Perciden müssen zum Teil schon früh nach dem Süden gekommen sein, da Percichthys in Chile, Patagonien und Java sich findet. Die Hauptmenge dagegen ist jedenfalls nordisch, so erwähnt Zittel eine australische Gattung Enoplosus aus dem Eozän vom Monte Bolca. Unter den Spariden ist Haplodactylus auf die Westküste Südamerikas und auf Australien beschränkt. Die Squamipennes sind ebenfalls aus dem europäischen Eozän bekannt, doch auch sie müssen schon früh nach dem Süden gelangt sein. Chaetodon ist im Indischen und Pacifischen Ozean bis Hawaii verbreitet, kommt aber auch in Westindien vor. Die Annahme liegt nahe, dass es hierher entlang der Nordküste eines pazifischen Kontinentes gelangt sei in einer Zeit, als die beiden Amerika durch ein Mittelmeer völlig getrennt waren. Gleiches gilt von Holacanthus. Sonst sind dagegen die australischen Gattungen meist auch indisch. Südlich ist dann die aus nur drei Gattungen bestehende Familie der Polynemiden, die in tropischen Meeren und Flüssen vorkommt. Da die Malacanthiden bei Mauritius, Neu-Guinea und an der atlantischen Küste des tropischen Amerika vorkommen, so spielen sie dieselbe Rolle wie Chaetodon. Ihre jetzige zerstreute Verbreitung ist um so bedeutungsvoller, als sie nur eine Gattung mit drei Arten aufweisen. Ähn-

liches gilt von den indopazifischen Nandiden, die auch in die indischen Flüsse und die von Guayana gehen. Die Atheriniden sind als Süsswasserfische zwar auch hauptsächlich in Australien und Südamerika zu finden, die beide auch gleiche Gattungen aufweisen, doch lässt sich diese Tatsache auch durch die marine Verbreitung der Familie erklären. Dagegen dürften die Mugiliden wieder paläogäisch sein. Die Gattung Agonostoma ist beschränkt auf Westindien, Zentralamerika, Neuseeland, Celebes und die Komoren. Zwei allerdings zweifelhafte Gattungen finden sich auch schon in der Kreide von Brasilien. Auch die Verbreitung der Gobiesociden lässt auf Einführung von Amerika her schliessen, während die Fistulariiden und wahrscheinlich auch die auf die Küsten Neuseelands beschränkten Acanthocliniden orientalisehen Ursprungs sind. Die Nothacanthiden zeigen wieder die merkwürdige Verbreitung, die wir schon mehrfach kennen gelernt haben, indem sie auf Grönland, Mittelmeer und Westaustralien beschränkt sind. Viel südliche Formen finden wir unter den Physostomen, wie das auch ganz erklärlich ist, da sie von allen Teleostiern das höchste Alter haben; sind doch von ihnen aus dem Muschelkalk sichere Reste uns überliefert. Um so schwerer lassen sich aber auch ihre Familien unseren Tierschichten einordnen, denn manche von ihnen werden schon vor der Tertiärzeit weit verbreitet gewesen sein, wie wir dies ja schon von den jüngeren Zweigen der Knochenfische annehmen mussten. Von den Siluriden Australiens sind die Homalopteren indischen, die Proteropteren neotropischen Ursprunges. Von letzteren findet sich der südamerikanische Pimelodus auch auf Hawaii und Java. An sie schliessen die Proteropoden sich an, die ausser in Südamerika im nördlichen Indien leben, eine auch durch unsere Annahme schwer erklärbare Verbreitung. Die beiden auffälligsten Beispiele von Familienübereinstimmung zwischen der australischen und der neotropischen Region bieten uns die Haplochitoniden und die Galaxiaden. Bei der ersten Familie ist je eine Gattung auf das Feuerland, die Falkland-Inseln und Patagonien (Haplochiton) bez. auf Südaustralien und Neuseeland (Prototroctes) beschränkt, und bei der letzteren ist sogar dieselbe Gattung auf diese Länder verteilt, nur ist die Verbreitung in Australien beschränkter, dafür findet sie sich auch in Südafrika. Sogar eine Art (Galaxias attenuatus) ist in beiden Regionen absolut identisch! Bei den Salmoniden haben wir wiederum den schon mehrfach erwähnten Fall, dass eine holarktische Familie durch eine monotype Gattung (Retropinna Richardsoni) in Neuseeland vertreten ist, während die Salmoniden als Seefische nur in der Tiefsee des letzteren Gebietes sich finden. Die Osteoglossiden gehören wieder der Marsupialierschicht an; die Gattung Osteoglossum findet sich in Südamerika, hauptsächlich in dem Amazonesgebiete, in Queensland und auf Borneo und Sumatra. Auch ist diese Familie aus dem Eozän von Mexiko nachgewiesen. Südlich sind weiter die Symbranchiden, von denen Symbranchus im tropischen Amerika, Australien

und Indien vorkommt. Dagegen spricht die Verbreitung von Anguilla latirostris (Europa, China, Neuseeland, Westindien) für eine Ausstrahlung vom holarktischen Gebiete aus. Gehen wir von den Teleostiern zu den Dipnoern über, so finden wir in diesen eine sehr alte Ordnung, aus deren Verbreitung keine sicheren Schlüsse zu ziehen sind. Die australische Gattung Ceratodus ist fossil bekannt bereits aus der europäischen und ostindischen Trias, während sie im Jura auch in Nordamerika sich findet. Wir dürfen wohl mit Sicherheit annehmen, dass dieser Süsswasserfisch ebensowohl in mesozoischer Zeit seinen Weg nach Australien fand wie die Vorfahren der Monotremen und die Rhynchocephalen. Mit dem südamerikanischen Lepidosiren ist er jedenfalls nicht näher verwandt, da er im Gegensatz zu diesem eine unpaare Lunge hat. Unter den noch älteren Selachiern gibt es keine australischen Süsswasserfische und die hier vorkommenden marinen Formen sind meist sehr weit verbreitet, so dass sie für unsere Zwecke nicht brauchbar erscheinen. Die Chimäriden freilich gehören der Monotremenschicht an, da sie bereits in der Kreide von Neuseeland sich finden, während sie in Südamerika noch nicht nachgewiesen sind. Ebensowenig lässt sich aus der Verbreitung der Petromyzontiden schliessen, die einen noch älteren Fischtypus repräsentieren. In der folgenden Übersicht sind die Familien der Marsupialierschicht, die im holarktischen Alttertiär vertreten sind, durch ein Eur. bezeichnet. Unter ihnen sind alle aufgeführt, die Beziehungen zu Südamerika zeigen, wenn auch für einzelne Gattungen eine Einwanderung von Indien her stattgefunden haben mag. Die für Australien ausschliesslich marinen Familien sind durch m. bezeichnet.

Monotremenschicht:	**Marsupialierschicht:**	**Muridenschicht:**	**Spezielle Anpassung:**
			Anacanthini.
			*Gadopsidae.
		Acanthopterygii:	
	Percidae Eur. m.	?Pristipomatidae.	Atherinidae.
	Sparidae Eur. m.	*Acanthoclinidae m.	Gobiidae.
	Squamipennes Eur. m.	Teuthididae m.	
	Trachinidae Eur.	Acronuridae m.	
	Polynemidae m.	Hoplegnathidae m.	
	Malacanthidae m.	Trichonotidae m.	
	Nandidae m.	Fistulariidae m.	
	Mugilidae Eur.	Notacanthidae m.	
	Gobiesocidae m.		
		Pharyngognathi:	
		Labridae.	
		Pomacentridae.	

Monotremenschicht:	Muridenschicht:	Marsupialierschicht:	Spezielle Anpassung:
	Physostomi:		
	Siluridae-Pimelodinae.	Siluridae-Plotosinae.	Salmonidae.
	(†Siluridae-Hypostomatinae).	Gonorhynchidae m.	Muraenidae z. T.
	Haplochitonidae.	Muraenidae.	Clupeïdae.
††Ganoidei.	Galaxiadae.	Pegasidae m.	
††Pycnodontidae.	Osteoglossidae.		
††Palaeoniscidae.	Symbranchidae.		
		Lophobranchii.	
		Solenostomidae m.	
Sirenoidea.			
*Ceratodidae.			
Holocephali.		Plagiostomi.	
Chimaeridae m.		Pristiphoridae m.	
		Cestracionidae m.	

Die hier nicht erwähnten Familien sind marin und lassen sich den Schichten nicht einordnen, da sie jederzeit nach Australien gelangen konnten, solange eine Seeverbindung offen stand. Die Notacanthiden müssen daher ebenfalls ziemlich früh in die australischen Gewässer gekommen sein.

§ 28. Wenn wir nunmehr die Wirbeltiere verlassen und zu den Wirbellosen uns wenden, so müssen wir erst recht auf Vollständigkeit verzichten und uns damit begnügen, auffällige Beziehungen in der Verbreitung der Organismen als weitere Beispiele für die früher gezogenen Schlüsse zusammenzustellen. Da diese Tiere meist auch ein ziemlich hohes geologisches Alter haben und viel konservativer in der Bewahrung ihres Habitus sind als die Wirbeltiere, so können wir bei ihnen die Zeit der Wanderung nicht feststellen, sondern nur Beziehungen zu den benachbarten Regionen. Ist z. B. eine australische Form mit einer orientalischen verwandt, so kann sie entweder in mesozoischer Zeit oder im Pliozän eingewandert sein, da wir für beide Termine eine Verbindung von Australien mit Asien angenommen haben. Anders steht es mit den Beziehungen zu Südamerika, da wir hier vorläufig wenigstens nur eine alttertiäre Verbindung anzunehmen uns genötigt sehen. Bei den orientalischen Formen befinden wir uns nur dann in günstigerer Lage, wenn es sich um Formen handelt, die in der Hauptsache erst im Tertiär sich spezialisiert haben, wie dies vielleicht bei den **Insekten** der Fall ist, die mit den Blüten der Angiospermen in biologischer Wechselwirkung stehen, also besonders bei den Hymenopteren, Lepidopteren und Dipteren. Immerhin müssen wir auch bei diesen die Möglichkeit ins Auge fassen, dass diese Ordnungen in der mesozoischen Zeit einen Funktionswechsel erfahren haben, ebenso wie die blattfressenden Käfer erst eine jüngere Anpassung der älteren holzbohrenden sind. Tatsächlich waren die Lepidopteren schon im Malm, die Hymenopteren und Dipteren sogar im Lias vertreten, als Gymnospermen die höchste floristische Entwickelung darstellten. Die Coleopteren finden sich bereits im Keuper, ein zweifelhafter

Vorgänger von ihnen selbst im Karbon. Wenn wir nun zu den Einzelheiten in der Verbreitung übergehen, werden wir hauptsächlich die Verwandtschaften zwischen Australien und Südamerika erwähnen, da ja die Beeinflussung Australiens von Indien her ausser Frage steht. Dabei müssen wir aber statt der Familien die Gattungen und teilweise auch die Arten in Betracht ziehen, da hier natürlich noch mehr als bei den Fischen die Erscheinung eintritt, dass Glieder derselben Familie zu verschiedenen Zeiten in die Region gekommen sind, während diese Möglichkeit bei Gattungen in geringerem Masse und bei Arten überhaupt nicht in Betracht kommt, da die letzteren meist nicht genügend lange Lebensdauer besitzen.

Unter den Gattungen wieder sind artenarme und weniger verbreitete für unsere Zwecke brauchbarer, als artenreiche und fast kosmopolitische. Von den Hymenopteren liefern uns die Ameisen einige charakteristische Beispiele[1]). Die Camponotiden Australiens weisen meist auf indischen Ursprung. So ist die monotype Oecophylla über Afrika, Indien und Australien verbreitet, fehlt aber in Südamerika, Myrmecocystus ist vorwiegend mittelmeerisch, besitzt aber auch in Queensland und Neu-Süd-Wales isolierte Arten. Südlich altweltlich ist auch die Verbreitung von Plagiolepis. Doch erwähnt v. Ihering eine Art, die in Ostindien, auf polynesischen Inseln und in Chile vorkommt und die Gattung Lasius ist auf Polynesien und das südliche Südamerika beschränkt. Vielseitiger sind die Beziehungen der Poneriden. Unter diesen sei zuerst erwähnt die Untergattung Stigmatomma, die in Europa, Indien, Nordamerika, Brasilien, Chile und Neuseeland vorkommt. Odontomachus ist hauptsächlich in Südamerika, Australien und auf den Sundainseln vertreten, mit nur einer Art in Afrika, die aber überhaupt ausserordentlich weit verbreitet ist. Nahe verwandt damit ist Anochetus, welche Gattung Arten im Mittelmeergebiet, Afrika, Madagaskar, Indien, Australien, auf den Samoa-Inseln, in Zentralamerika, Westindien und Südbrasilien besitzt und mit der die amerikanische Gattung Stenomyrmex vikariiert. Ectatomma weist ebenfalls südamerikanische Beziehungen auf. Von seinen Untergattungen sind drei neotropisch, eine hinterindisch, Rhytidoponera findet sich auf Neuseeland, Neukaledonien, Neuguinea, in Queensland und auf Borneo, Acanthoponera verteilt sogar seine wenigen Arten auf die Südspitze von Südamerika und auf Neuseeland. Dagegen scheinen Leptogenys und Lobopelta von Indien her eingewandert zu sein. Nur die letztere Gattung hat Australien erreicht, beide finden sich dagegen auf den Hawaii-Inseln. Die Einwanderung in das polynesische Gebiet ist daher wahrscheinlich schon vor dem Tertiär erfolgt, wie gleiches von den Camponotiden gilt, die ebenfalls Hawaii erreicht haben, zumal beide Familien schon seit dem Malm bekannt sind. Die Beziehungen der indoafrikanischen Gattungen Dorylus und Aenictus, von denen die erste in

1) Beispiele meist nach Stoll s. S. 32, Anm. 4, und Ihering, Ameisen von R. Gr. do S. s. S. 32, Anm. 7.

Afrika, die zweite in Indien vorwiegt, zu der neotropischen Labidus-Eciton lassen auch auf einen Ausgleich über den Grossen Ozean schliessen, da diese Gruppe in Madagaskar fehlt und die Verwandtschaft besonders eng zwischen der indischen und der südamerikanischen Form ist. Dagegen fehlen die Doryliden in Australien ähnlich wie die Oligodontiden und Scytaliden. Von den Dolichoderiden findet sich Iridomyrmex in ganz Amerika, Neu-Süd-Wales, Neuguinea, auf den Aru-Inseln und in Indien, und die australisch-neukaledonische Leptomyrmex vikariiert mit den amerikanischen Dorymyrmex und Azteca. Keine dieser Formen erreicht aber Neuseeland, so dass sie erst nach dessen Abtrennung Australien erreicht haben können. Unter den Myrmiciden sind bei Strumigenys beide Einwanderungswege denkbar, da sie in Europa, Asien, Ceylon, Amboina, Neuseeland, Upolu und Amerika vorkommt, wahrscheinlicher aber ist die Zugehörigkeit zur Marsupialierschicht. Dafür spricht die Tatsache, dass von den nächst verwandten Gattungen drei, darunter Daceton neotropisch sind, für die in Neuseeland Oryctognathus vikariiert. Pheidole und Crematogaster sind am artenreichsten in Südamerika und Indien. Die Gattung Cardiocondyla hat sich trotz der Flügellosigkeit ihrer Männchen über das mittelmeerische Gebiet, Afrika, Madagaskar, Indien, Ozeanien und Westindien ausgebreitet. Die Wanderungsrichtung dieser Gattung scheint nach ihrer jetzigen Verbreitung nach Osten gerichtet gewesen zu sein. Sie ist darnach mit den Monotremen nach Australien gelangt und von hier den Marsupialiern entgegen nach Südamerika, doch könnten, wie wir später sehen werden, die westindischen Formen auch von Afrika stammen. Von Westen her ist jedenfalls auch die Gattung Sima nach Australien gekommen. Wenn wir noch einen Blick auf die übrigen Hymenopteren werfen, so sind zu nennen unter den Evaniiden Aulacus (Mittelmeer, Kapland, Ceylon, Singapore, Australien, Tasmanien, Süd- und Mittelamerika, Nordamerika bis Vancouver und Hudsonbai), unter den Stephanidae Stenopasmus (1. Art Aru-Insel, 2. Ostaustralien, 3. Amazonenstrom, 4. Kap der Guten Hoffnung), unter den Peleciniden Monomachus (Süd- und Zentralamerika, Ost- und Südaustralien. Unter den Thynniden ist Thynnus australisch, die damit fast übereinstimmende Elaphrodera findet sich aber in Chile und Argentinien. Die ihnen nahestehende, zum Fliegen ungeeignete Apenesia hat eine Art in Nicaragua, eine auf Neuguinea und Mysol, eine auf Salwaddy.

Die Lepidopterenfamilien sind meist sehr weit verbreitet, da ihre Angehörigen gute Flieger sind und gleichzeitig auch leicht durch den Wind verschlagen werden können, dem sie eine grosse Angriffsfläche bieten. Unter ihnen sind die Danaiden eine ausgesprochene südliche Familie, die nahe verwandt ist mit den ausschliesslich neotropischen Heliconiden. Besonders steht die australische Hamadryas der neotropischen Ithomia nahe. Die Satyriden finden sich wie die vorhergenannten auch auf Neuseeland, haben dagegen in Nordamerika keine

einzige endemische Gattung aufzuweisen. Immerhin sind sie in Europa seit dem Oligozän bekannt. Rein paläogäisch sind die Morphiden mit einer neotropischen und neun orientalisch-polynesischen Gattungen, die aber weder das australische Festland noch Neuseeland erreichen. Bei den Acräiden spricht das Fehlen im Gangesgebiet, in Hinterindien und auf Sumatra ebenfalls für einen neotropischen Ursprung. Die Nymphaliden weisen keine direkten Beziehungen zwischen Australien und Südamerika auf, vielmehr sind die meisten australischen Gattungen auch in der orientalischen Region zu finden. Auffällig ist aber auch hier wieder die Armut Nordamerikas an endemischen Gattungen. Immerhin müssen wir für diese Familie eine Wanderung von Indien nach Australien annehmen. Ebenso lässt sich die Verbreitung der Libytheiden und Nemeobiiden am besten erklären, wenn wir sie mit den Muriden nach Australien kommen lassen, da sie auf dem australischen Festlande fehlen. Lycäniden und Pieriden spielen dieselbe Rolle wie die Nymphaliden. Unter den Papilioniden dagegen ist Euryades aus Uruguay und Paraguay nächstverwandt dem australischen Eurycus. Dagegen lässt sich für die kosmopolitischen Hesperiden keine Beziehung zwischen Südamerika und Australien nachweisen, wenn sie auch schon im Alttertiär in ersterem Lande gewesen sein müssen. Verlassen wir nun die Tagfalter, so finden wir unter den Schwärmern als zweifellos paläogäische Familien die Uraniden und Castniiden. Von den ersten sind die australischen Formen Alcidia und Lyssidia nahe verwandt mit den neotropischen Manidia und Coronidia, und die letzteren sind überhaupt auf Südamerika und Australien beschränkt. Beide Familien erreichen auch Neuseeland. Aus den Castniiden haben sich in der Region jedenfalls die verwandten Agaristiden entwickelt. Unter den in Polynesien noch weiter verbreiteten Zygäniden hat die artenreiche neotropische Gattung Glaucopis auch einige orientalische Arten, gehört also derselben Schicht an.

Unter den Dipteren greifen wir mit Stoll die Familie der Tipuliden heraus. Unter diesen ist besonders bemerkenswert die Gattung Tanyderus, die in Chile, sowie auf Neuseeland und Amboina sich findet. Nahe verwandt ist weiter die chilenische Ctedonia mit der australischen Cerozodia, die als vikariierende Gattungen anzusehen sind. Beziehungen über den pazifischen Ozean weisen noch auf z. B. die Gattungen Tencholabis (Nordamerika, Brasilien, Neu-Guinea, Sumatra, Ceylon), Gnophomyia (Europa, Nordamerika, Südamerika, Australien, Kapland), Epiphragma (Europa, Nord- und Südamerika, Sumatra), Eriocera (tropisches Südamerika, Indien, Madagaskar, Mozambique). Auch die schon mehrfach erwähnten Beziehungen zur holarktischen Region finden wir wieder in der Verbreitung der holarktischen Gattungen Trochobola, die auch in Südostaustralien und Neuseeland, und Ama lopis, die auch in Australien sich findet. Im übrigen sind die Dipteren zu zoogeographischen Untersuchungen nicht gut brauchbar, da sie ein-

mal als gute Flieger viel kosmopolitische Formen aufweisen, und dann sind einige noch lebende Genera geologisch schon sehr alt, viele reichen bis ins Oligozän, mehrere wie Sciophila, Simulia, Culex, Chironomus, Empidia und andere bis zum Malm, Asilus sogar bis zum Lias zurück. Dazu kommt endlich noch der Artenreichtum vieler Gattungen und besonders die Kleinheit und Zartheit vieler Dipteren, die die Untersuchung ihrer aussereuropäischen Verbreitung sehr erschwert hat.

In dieser Beziehung liegen die Verhältnisse bei den Coleopteren günstiger. Diese Ordnung liefert uns daher auch wieder einige Beispiele für eine transpazifische Verbindung. Unter den Cicindeliden sind zu nennen die Gattungen Odontochila (Südamerika, Celebes, Java), Tetracha (Südamerika, Arten in Australien, Nordamerika, Europa), Megacephala (Afrika, Südamerika, eine Art in Australien), während Neuguinea mehr orientalische Formen aufweist wie Therates und Tricondyla. Unter den Carabiden können hierher gehören die tropisch kosmopolitischen Gattungen Catascopus, Coptodera, Colopodes und Caasnonia, ebenso wie der südliche Drimostoma. Weiter sind die neotropischen Gattungen Selenophorus (Afrika, Indien, Neukaledonien), Ega (Indien, Neukaledonien), Callida, Tetragonoderus (Afrika, Indien, Australien) zu nennen, sowie besonders Pseudomorpha, welche Gattung Südamerika und Ozeanien eigentümlich ist. Ebenso ist die südamerikanische Agra in Neukaledonien vertreten. Lecanomerus hat eine Art in Chile und eine in Australien. Ferner sind die chilenischen Gattungen Cascelius, Barypus und Cardiophthalmus nahe verwandt mit dem australischen Promecoderus, und Migadops vom Feuerland und den Falkland-Inseln mit Heterodactylus und Pristomcyclus von den Auckland-Inseln. Durch das hohe Alter der Carabiden, das bis zum Keuper und selbst bei noch lebenden Gattungen wie Harpalus bis zum Lias zurückgeht, ist es nicht merkwürdig, dass wir auch direkte Beziehungen zu Madagaskar und Südafrika finden. Hier ist zu nennen die Gattung Homalosoma (Neuseeland, Australien, Madagaskar) und eine weitere, die Australien und dem Kapland gemeinsam ist. Eine Reihe weiterer Übereinstimmung zwischen den Südenden der Erdteile erklärt sich durch Ausbreitung von der holarktischen Zone her, wo die Gattungen ihr Hauptgebiet besitzen, so bei Trechus, Dyschirus, Omaseus, Steropus, Platysoma, Pterostichus, Dromius, von denen die ersten beiden noch in Südamerika und in der australischen Region, die andern auch in Südafrika vorkommen. Hieran schliessen sich auch die holarktischen Gattungen Calathus und Olisthopus mit einer neuseeländischen Art, sowie der mittelmeerische Percus, der Arten in Australien besitzt. Wir sehen also unter den Carabiden alle drei Schichten der australischen Tierwelt vertreten. Unter anderen Käferfamilien sind als neotropisch-australisch zu nennen von den Elateriden Horistonotus, von den Cleriden Natalis, von den Malacodermiden Rhipidocera. Unter den Lyciden erwähnt Stoll Platerus (Amerika von Kanada bis Argentinien, Japan, China,

Hinterindien), doch wird diese Gattung jedenfalls im Norden über die Beringstrasse sich verbreitet haben. Dagegen sind der Marsupialierschicht zuzurechnen von den Menthophiliden Epilissus (Madagaskar, Südafrika, Brasilien, Neuseeland), von den Brenthiden Trachelizus (Südamerika, Neukaledonien, Australien, Sunda-Inseln, Madagaskar), Arrhenodes (neotropische Region, Neukaledonien, Ceylon, Gabun), sowie Lasiorhynchus (Neuseeland) und andere, die neotropischen Gattungen nahe stehen. Unter den Lymexyloniden ist Atractocerus (Afrika, Madagaskar, Ceylon, Sumatra, Java, Molukken, Australien, Südamerika bis Mexiko und Westindien) zu nennen. Betrachten wir nun noch einige grössere Käferfamilien näher, so haben wir unter den Buprestiden zunächst die neotropisch-australischen Gattungen Curis und Acherusia. Weiter sind zu nennen die neotropischen Gattungen Conognatha (auch Borneo, Tasmanien), Brachys (Union, Molukken, Borneo, Ceylon, Japan), Cinyra (Nordamerika, Australien) sowie die australische Stigmodera, zu deren 211 australisch-tasmanischen Arten eine chilenische bei Valparaiso hinzukommt. Da die Familie ebenfalls bis zum Keuper sich zurückverfolgen lässt und im Lias sogar schon sieben Gattungen aufweist, so können wir auch bei ihr wie bei den Carabiden Beziehungen zu Madagaskar vermuten. Wir finden sie bei der Gattung Sponsor, die auf Mauritius, Celebes und Neuguinea sich findet. Derselben Schicht gehört jedenfalls Belionota an, die von Afrika über den indoaustralischen Archipel bis nach Kalifornien sich verbreitet hat. Daneben fehlen natürlich auch indische Beziehungen nicht, wie bei Buprestis. Bei der Unterordnung der Lamellicornier finden wir zunächst eine auffällige Verwandtschaft zwischen Hawaii und Nordamerika bei den Copriden und Lucaniden, zwischen den Tahiti- und Paumtou-Inseln und Südamerika bei den Copriden, Aphodiiden und Ruteliden. Alle diese Familien fehlen im mittleren Teile von Polynesien, wo doch die Samoa-Inseln gleich günstige Bedingungen bieten als die genannten Gruppen oder die ebenfalls von den oben genannten Familien mit Ausnahme der Copriden bewohnten Fidschi-Inseln. Unter den Lucaniden findet sich Syndesus in Südamerika, Australien und Neukaledonien. Streptocerus (Chile) ist verwandt mit Lamprima (Australien). Dagegen ist Figulus auf Afrika, Madagaskar und Australien mit den malaiischen und pazifischen Inseln beschränkt. Dies und die Erreichung von Neuseeland spricht für eine sehr frühe Einwanderung der Lucaniden, wenn diese auch nur bis zum Eozän zurück fossil bekannt sind. Die rein tropischen Passaliden haben das Zentrum ihrer Verbreitung in Südamerika, dann folgen die orientalische und die australische Region und endlich Afrika, so dass wir auch hier eine transpazifische Verbreitung annehmen dürfen. Das Verbreitungszentrum der Cetoniiden suchen wir in Afrika. Da die Tiere schon aus dem Malm bekannt sind, könnten sie bereits mit den Monotremen nach Australien gekommen sein. Dafür spricht die Tatsache, dass die australischen Rosenkäfer weder zu den

orientalischen noch zu den südamerikanischen nähere Verwandtschaft zeigen, vielmehr finden Verwandte von Schizorhina sich in Madagaskar. Auch haben die Cetoniiden Neuseeland erreicht, ebenso wie die Melolonthiden, Dynastiden und Aphodiiden, die alle bereits aus jurassischen Ablagerungen bekannt sind. Bei den beiden ersten Familien scheint aber auch eine lebhafte Wechselwirkung zwischen Australien und Südamerika stattgefunden zu haben, nach der Intensität ihrer Verbreitung zu schliessen. Gleiches wird auch bei den Glaphyriden der Fall sein, die in Nordaustralien sich finden, in der ganzen orientalischen Region fehlen, dagegen ihr zweites Verbreitungszentrum nach dem Mittelmeergebiet in Südamerika haben. Jedenfalls haben wir es bei ihnen auch mit einer alten Familie zu tun, wenn die fossilen Reste auch nur bis zum Miozän zurückgehen. Von den Trogiden besitzt der neotropische Omorgus Vertreter in Australien, Indien und Afrika, Cloeotus in Pulo Penang. Die Bockkäfer sind alle schon jurassisch bekannt, wir dürfen deshalb ihre Zugehörigkeit zur Monotremenschicht voraussetzen. So findet sich z. B. die holarktische Gattung Prionus auch auf Madagaskar und in Australien und unter den Lamiiden die indoaustralische Gattung Batocera auch in Westafrika, während Oopsis auf Afrika, Madagaskar und Ozeanien beschränkt ist. Zu erwähnen ist auch Apomecyna (Afrika, Madagaskar, Bourbon, Indien, Japan, Australien, Südamerika). Dazu kommt von den Cerambyciden Leptocera (Madagaskar, Bourbon, Ceylon, Batjan, Nordaustralien, Neukaledonien, Neue Hebriden), Ceratophorus (Westafrika, Neuseeland), Xystrocera (Afrika, Borneo, Java, Amboina, Südaustralien). An transpazifischen Beziehungen ist kein Mangel. Wir nennen von den Prioniden Parandra (Union, Südamerika, West- und Südafrika, Neukaledonien, Neue Hebriden); von den Cerambyciden Hammatocerus, Syllitus, Pseudocephalus (Südamerika, Australien), sowie Necydalis (Europa, Nord- und Südamerika, Australien) und die neotropischen Sibylla, Adalbus, Phantagoderus, die alle australische Verwandtschaft zeigen; von den Lamiiden Lagochirus (Südamerika, eine Art auf Neuseeland), Leptostylus (Amerika, eine Art auf Neuseeland), Zygocera (Australien, eine Art in Chile), Phaea, Pachypeza (neotropische und orientalische Region. Die Tenebrioniden gehen sogar bis zum Keuper zurück. Beziehungen lassen sich aber nur zu Südamerika nachweisen z. B. bei Ennoboeus (Tasmanien, Mexiko, Zentralamerika), Doliema (Ostindische Inseln, Manila, Amerika). Besonders bemerkenswert ist, dass die andine Gattung Ammophorus auf Hawaii vorkommt. Dagegen besagt nichts das Vorkommen von Helops in Südpatagonien und Südostaustralien, da diese Gattung in der holarktischen Region weit verbreitet ist.

Aus der Verbreitung der übrigen Insektenordnungen lassen sich noch schwerer Schlüsse ziehen, da diese alle sehr alte Typen darstellen. Immerhin finden wir auch hier dieselben Beziehungen wieder, wie bei den höheren Tieren. Die Hemipteren weisen trotz ihrer geringen

Migrationsfähigkeit viele kosmopolitische Formen auf, doch fehlt es auch nicht gänzlich an beschränkten Gattungen. So hat man von der auf Fledermäusen schmarotzenden Gattung Polyctenes Arten in Madras, Java und im tropischen Südamerika gefunden. Wir haben hier also eine ausgeprägte transpazifische Verbreitung. Unter den Neuropteren können wir kein Beispiel angeben, günstiger liegen dagegen die Verhältnisse bei den Orthopteren. Hier sind es besonders die Heuschrecken, die uns Beispiele für eine transpazifische Verbindung liefern. Wir nennen von den Grylliden Podoscirtus (Madagaskar, Brasilien, Fidschi-Inseln, Neukaledonien, Amboina, Celebes, Java), Cyrtoxiphus (Mauritius, Guinea, Antillen, Mexiko, Polynesien, Java, Ceylon), welche beiden Gattungen aber bei dem jurassischen Alter der Familie auch der Monotremenschicht angehören können. Dagegen sind zweifellos pazifisch die Lokustide Anaulacomera (Südamerika, Tongatabu, Malakka) und die Conocephaliden Pyrgophora (Nord- und Zentralamerika, Java, Hinter- und Vorderindien), Subria (Brasilien, Westindien, Amboina, Sunda-Inseln, Hinter- und Vorderindien). Auf westliche Einwanderung weist Agroecia (Südamerika, Sansibar, Nordaustralien). Unter den Phaneropteriden ist Isopsera zu erwähnen, die in Celebes, Assam, Rangun und Bengalen für die südamerikanisch-madagassische Turpilia vikariierend auftritt. Endlich sei noch die Mantide Choeradodis angeführt, die in Zentral- und dem nördlichen Südamerika, Vorderindien und Ceylon vorkommt. Die ceylonesische Art ist kaum zu unterscheiden von einer Spezies in Costarica! Es seien nun zur Übersicht die Familien zusammengestellt, deren erstes nachweisliches Eindringen mit den Monotremen bezw. den Marsupialiern stattfand. Dabei ist das älteste fossile Vorkommen bezeichnet und zwar bedeutet K. = Keuper, L. = Lias, Ma. = Malm, E. = Eozän, O. = Oligozän, Mi. = Miozän.

Monotremenschicht:	**Marsupialierschicht:**	**Muridenschicht:**
Hymenoptera L.		
Myrmicidae Ma.	Poneridae O.	
Camponotidae Ma (z. T.)	Dorylidae.	
	Dolichoderidae.	
	Evaniidae O.	
	Stephanidae.	
	Pelecinidae.	
	Thynnidae.	
Lepidoptera Ma.		
? Sphingidae Ma.	Danaidae.	Elymnidae.
	Satyridae O.	(Satyridae.)
	Morphidae.	Nymphalidae.
	Acraeidae.	Libytheidae.
	Papilionidae O.	Nemeobiidae.
	—	Lycaenidae O.
	Uraniidae.	Pieridae O.
	Castniidae.	Hesperidae O.
	Zygaenidae O.	Cossidae.
	Agaristidae.	

Monotremenschicht:	**Marsupialierschicht:**	**Muridenschicht:**
	Diptera L.	
	Tipulidae O.	
	Coleoptera K.	
Carabidae K.	Cicindelidae.	Lycidae.
Buprestidae K.	?Elateridae K.	Geotrupidae O.
Aphodiidae L.	Cleridae O.	Hoplidae Mi.
Dynastidae Ma.	Malacodermidae O.	(Cicindelidae.)
Cetoniidae Ma.	Menthophilidae.	(Carabidae.)
Melolonthidae L.	Brenthidae O.	(Buprestidae.)
Lucanidae E.	Lymexylonidae O.	(Cetoniidae.)
Lamiidae Ma.	Copridae O.	(Lamiidae.)
Cerambycidae Ma.	Trogidae Mi.	(Tenebrionidae.)
Prionidae L.	Rutelidae Mi.	Hybosoridae Mi.
Tenebrionidae K.	?Glaphyridae.	
	Passalidae.	
	Orthoptera.	
Gryllidae L.	Locustidae L.	
	Conocephalidae.	
	Phaneropteridae Ma.	
	Mantidae O.	

Natürlich macht diese Zusammenstellung keinen Anspruch auf auch nur annähernde Vollständigkeit, vielmehr werden schon in mesozoischer Zeit zahlreiche Familien in Australien gelebt haben und die pazifische Wanderung ist sicher von manchen Formen, wie von Stigmodera und Zygocera in westöstlicher Richtung ausgeführt worden.

§ 29. Auch unter den übrigen Arthropoden fehlen nach Stoll Beziehungen zu Südamerika nicht. Unter den **Arachnoidiern** sind von den Araneinen zu erwähnen: Arcys (Brasilien, Chile, Australien), Accola (Venezuela, Philippinen), Cryptothele (Mexiko, Samoa, Fidschi, Marianen, Neuguinea, Ceylon). Weiter gehören hierher das Subgenus Gasteracantha (Madagaskar, Afrika, Südamerika, Neuguinea, Australien, Philippinen, China), Nephila (Mauritius, Réunion, Madagaskar, Afrika, Westindien, Südamerika, Zentralamerika, Süden der Union, Neuseeland, Salomons-Inseln, Neuguinea, Philippinen, China, Hinter- und Vorderindien, Ceylon). Selbst eine Art Uloborus Zosis findet sich nur in Südamerika und auf den australischen Inseln[1]). Die schon mehrfach erwähnte Beziehung zur holarktischen Region zeigt Walckenaera, die ausser in dieser auf Neuseeland vorkommt. Die Skorpione weisen hauptsächlich orientalische Beziehungen auf, so dass Pocock[2]) nach ihrer Verbreitung die melanesischen Inseln bis Neukaledonien und bis zu den Fidschi- und Samoa-Inseln zu seiner orientalischen Region rechnet. Dagegen sind unter den Pedipalpen, die bis zum Karbon zurückreichen,

1) Koch, Geographische Verbreitung der Spinnen. Verh. der Ges. deutscher Naturf. u. Ärzte zu Nürnberg. Leipzig 1894. S. 139.

2) Pocock, The Geographical Distribution of the Arachnida of the Orders Pedipalpi and Solifugae (Natur. Sc. 1899).

zu nennen Telyphonus (Antillen, Zentralamerika, Mexiko, Philippinen, Sundainseln) und Phrynus (neotropische Region, Philippinen, Sundainseln, Bengalen, Ceylon, Seychellen). Trotz dieser Beziehungen können wir diese Formen nicht unsern Schichten einrechnen, da sie wegen ihres hohen Alters auch Relikten sein können. Mehr besagt die Tatsache, dass unter den Chernetiden von der Untergattung Ideobisium eine Art in Venezuela, die andere in Neukaledonien vorkommt, da diese Ordnung erst seit dem Oligozän bekannt ist. Von den Acariden endlich sind zu nennen Haemaphysalis (Westindien, Brasilien, Neuguinea) und Megisthanus (Goldküste, Südamerika, Neuguinea, Queensland, Java). Unter den **Myriopoden** sei Siphonophora erwähnt, vorkommend in Südamerika, Mexiko, Luzon, Ceylon, Madagaskar. Aus der Klasse der **Crustaceen** fehlt die Assel Armadillo im kontinentalen Asien, dagegen findet sie sich in Europa, Ostafrika, Kapland, Südamerika bis Florida, Hawaii, Samoa, Neuseeland, Australien, Nicobaren, Seychellen, sie erfordert also auch eine transozeanische Ausbreitung; während andere weitzerstreute Gattungen, wie Philoscia, Alloniscus, Ligia, sich durch Ausbreitung vom holarktischen Gebiete erklären lassen, eine Verschiedenheit des Verhaltens, die bei einem bis ins Silur zurückreichenden Stamme, wie die Isopoden, nicht verwunderlich erscheint. Endlich sei noch der ganz isoliert stehenden Gattung Peripatus gedacht, die bis jetzt gefunden wurde in Südafrika, Südamerika, Westindien, Zentralamerika, Neuseeland und Queensland. Sumatra ist möglicherweise noch anzuschliessen.

§ 30. Wir kommen nunmehr zu den Mollusken. Bei diesen sind die kontinentalen Formen wegen ihrer geringen Migrationsfähigkeit für tiergeographische Zwecke sehr gut brauchbar. Um so mehr fällt der Umstand ins Gewicht, dass wir bei diesem Tierkreise dieselben Beziehungen zwischen den Südkontinenten finden, wie bei höheren Tieren. Bei den **Gastropoden** ist aus der Ordnung der Pulmonaten, der eigentlichen Landschnecken, die Familie der Heliciden universell verbreitet, was bei einer bis ins Karbon zurückreichenden Familie ganz erklärlich ist. Trotzdem finden wir auch bei ihnen die erwähnten Beziehungen. Von der artenreichen Gattung Clausilia ist die in Hinterindien und China sich findende Untergattung Garniera nächstverwandt mit Nenia, die im nördlichen Teile der Anden und auf Puerto Rico endemisch ist. Weiter sind zu nennen Bulimus (Südamerika, Texas, St. Helena, Neuseeland, Fidschi-Inseln bis Birma), Cylindrella (Westindien, Mexiko, Philippinen), Simpulopsis (Bahia, Antillen, Salomons-Inseln), Partula (Haiti, Hawaii-Inseln, Salomonen), Geostilbia (Westindien?, Neukaledonien, Philippinen) und endlich Streptaxis, von der die Untergattung Eustreptaxis auf den Seychellen, in Afrika, Südamerika, Hinterindien, auf den Andamanen und Nikobaren, und Odontartemon ausserdem in Südindien und auf Ceylon sich findet. Bei dieser letzten Gattung können wir aber ebensogut an eine Wanderung in umgekehrter Richtung denken. Die für die Hawaii-

Inseln charakteristische Gattung Achatinella lässt sich an keine auswärtige näher anschliessen. Sicher muss sie aber schon früh auf die Inselgruppe gekommen sein, ebenso wie Achatina. Von den obengenannten Gattungen ist Bulimus jedenfalls schön vor dem Tertiär nach Australien gekommen, da sie Neuseeland erreicht hat. Gleiches müssen wir aus demselben Grunde von Helix, Nannina, Buliminus, Cionella, Daudebardia, Testacella annehmen, diese also der Monotremenschicht zuweisen. Von diesen sind die beiden letzten am interessantesten, da sie die mehrfach erwähnte Verwandtschaft zwischen Europa und Neuseeland zeigen, indem Daudebardia ihr Hauptgebiet in Süd- und Mitteleuropa, Testacella in Westeuropa und auf Teneriffa hat. Beide Gattungen sind übrigens erst seit dem Diluvium bezw. dem Pliozän fossil bekannt, also vielleicht erst in der letzteren Formation von Indien her eingewandert.

Eine ähnliche Verbreitung finden wir bei der Limacide Limax (Paläarktisches Gebiet, Australien, Neuseeland). Von den Arioniden ist die Unterfamilie der Binneyinen neotropisch mit einer Gattung Otoconcha auf der Nordinsel von Neuseeland. Von den Oncidiiden gehört Oncidium der Monotremenschicht an (Irland, Portugal, Mauritius, Australien, Melanesien, Neuseeland) wie auch die Helicide Tornatellina (Maskarenen, Philippinen, Australien, Ozeanien), die andere Gattung Vaginulus ist orientalisch-neotropisch, also jedenfalls den Tieren der Marsupialierschicht entgegengewandert. Unter den Limnäiden findet Ancylus sich in Europa, Amerika und Neuseeland, dürfte also ebenfalls schon sehr früh Australien erreicht haben, wahrscheinlich von Südamerika aus. Unter den Auriculiden zeigen die gleiche Beziehung Auricula (Westindien, Peru, Neuseeland, Indien), Plectrotrema (Kuba, Australien, Malaiische Inseln, China). Blauneria (Westindien, Hawaii), unter den Diplommatinen Diplommatina (Indien bis Birma, australische Region, Trinidad), unter den Cyclostomiden Cyclophorus (Natal, Madagaskar, orientalische Region bis Japan, australische Region, Chile, tropisches Amerika), Cyclotus (neotropische Region, Molukken, orientalische Region, China, Seychellen, Natal), Megalomastoma (neotropische und orientalische Region, Mauritius), Cyclostoma (Westindien, Neuseeland, Madagaskar, Mittelmeergebiet), Otopoma (Westindien, Neuirland, Sokotra, Maskarenen), Hydrocena (Chile, Ozeanien, Neuseeland, Malaiische Inseln, China, Japan, Kapland, Südeuropa). Die Verbreitung der Cyclostomiden lässt darauf schliessen, dass sie mit den Monotremen einwanderten, wenn sie auch erst aus der Kreideformation fossil bekannt sind, und von Australien nach Südamerika gelangten. Man vergleiche hierzu noch die australische Gattung Omphalotropis, die vereinzelt auch in der orientalischen Region und auf Mauritius sich findet. Derselben Schicht scheinen auch die Aciculiden anzugehören, wenn sie auch auf Neuseeland fehlen. Endlich sind noch die Heliciniden zu erwähnen, die ihre Hauptverbreitung in der neotropischen und australischen Region haben, aber auf Neuseeland fehlen.

Sie gehören also der jüngeren Marsupialierschicht an. Die folgenden Gattungen sind auf beiden Seiten des Grossen Ozeans zu finden: Trochatella (Antillen, Venezuela, Kambodscha) und Helicina (Antillen, Südunion, tropisches Amerika, Ozeanien, Australien, Molukken, Philippinen, Nordchina, Java, Andamanen). Unter den Prosobranchiern weisen weiter die Cerithiden die einzige Süsswassergattung Potamides auf, die in Afrika, Madagaskar, Indien, Neuguinea, Nordaustralien, Kalifornien und Mexiko sich findet. Die geringe Verbreitung im australischen Gebiete scheint eine transpazifische Ausbreitung hier auszuschliessen. Dagegen müssen die Melaniaden schon früh nach Australien gekommen sein, da sie Neuseeland erreichten. Dagegen fehlen sie in Polynesien und in Südamerika, finden sich aber wieder auf den Hawaii-Inseln. Da sie schon aus dem Malm bekannt sind, können wir sie deshalb unbedenklich der Monotremenschicht zurechnen. Gleiches erscheint am Platze bei den Neritiniden (fossil in Trias) und bei den Paludiniden (fossil im Dogger), die beide fast kosmopolitisch verbreitet sind. Unter den **Lamellibranchiaten** ist die Familie der Nayadiden hervorzuheben. Von diesen findet sich die neotropische Gattung Mycetopus auch in Nordaustralien. Sonst ist in Australien und Neuseeland nur Unio vertreten, dessen Arten am nächsten den chilenischen verwandt sind, wie Unio mutabilis (Neuseeland und Australien) mit Unio auratus (Chile). Ebenso findet sich die Gattung Nioea lebend im südlichen Südamerika und fossil in Neuseeland. Als negative Übereinstimmung sei erwähnt, dass die sonst kosmopolitischen Gattungen Anodonta und Ampullaria in Chile, Westperu, Neuseeland und Australien fehlen. Wir bekommen also folgende Übersicht der erwähnten Familien (N. Vorkommen auf Neuseeland, H. auf Hawaii).

Monotremenschicht:	**Marsupialierschicht:**	**Muridenschicht:**
	Pulmonata.	
Helicidae N. H.	Limacidae N. H.	
Oncidiidae N.	Limnaeidae N.	
	Auriculidae N. H.	
	Prosobranchiata.	
Cyclostomidae N.	Diplommatinidae N.	Cerithiidae.
Melaniadae N. H.	Helicinidae.	
Aciculidae.		
Paludinidae N.		
Neritinidae N. H.		
	Lamellibranchiata.	
	Nayadidae N.	

§ 31. Von den niederen Tieren sind nur noch einige **Würmer** zu nennen, die transpazifische Beziehungen aufweisen. Nach Stoll gehören hierher von den terricolen Oligochäten Urochaeta (Brasilien, Java), Acanthodrilus (Liberia, Kapland, Madagaskar, Kerguelen-Insel, Neuseeland, Patagonien, Falkland-Inseln, Südgeorgien), Eudrilus (West-

indien, tropisches Südamerika, Neukaledonien), von den Landplanarien Geoplana (Brasilien, Tasmanien). Besonders gross ist nach Beddard[1]) die Verwandtschaft zwischen den Erdwürmern Neuseelands und Ostaustraliens mit denen Patagoniens. Die Verbreitung von Acanthodrilus lässt auf die Zugehörigkeit mindestens zur Monotremenschicht schliessen. Gleiches gilt vielleicht auch von dem altweltlichen Landblutegel Haemadipsa (Madagaskar, Ceylon, Indien, Japan, Sumatra, Java, Celebes, Neu-Guinea, Südaustralien), dessen Verhältnis zu der neotropischen Cylicobdella zurzeit nicht näher bestimmt ist.

§ 32. Wenden wir uns nunmehr zu den **Pflanzen,** so können wir, wie schon früher erwähnt, aus deren Verbreitung keine sicheren Schlüsse ziehen, da einmal deren Samen leichter einer passiven Verschleppung unterliegen, und dann waren die Floraunterschiede der einzelnen Kontinente im Tertiär weniger auffällig als zur Jetztzeit. Sind doch wie schon erwähnt die jetzt für Australien charakteristischen Proteaceen und Epakrideen im europäischen Tertiär fossil gefunden worden. Da andererseits Quercus und Dryophyllum, die jetzt Australien fehlen, ebenso wie Fagus bereits in der australischen Kreide sich finden, so muss diese Flora etwa mit den Monotremen ins Land gekommen sein. Deren Einwanderung mag etwa in dem oberen Jura oder in der unteren Kreideformation stattgefunden haben. Die fossilen Angiospermenreste gehen nun im allgemeinen nur bis zur Kreideformation zurück, in der sie in Nordamerika und dann in Europa ziemlich unvermittelt erscheinen. Wir gehen wohl nicht fehl, wenn wir annehmen, dass diese Flora in einem anderen noch nicht erforschten oder überhaupt nicht erforschbaren Gebiete sich schon vorher entwickelt hatte, sonst wäre die weite Verbreitung derselben Gattungen bereits in kretazeischer Zeit ganz unerklärlich. Es kann auch sein, dass das Eindringen der Angiospermen in den australischen Kontinent erst stattfand, als die Brücke nach Indien schon zerbrach und damit den meisten Tieren der Weg abgesperrt wurde. Während der kretazeisch-alttertiären Verbindung mit Südamerika fand ein Formenaustausch zwischen beiden Kontinenten statt, während in der Mitte des Tertiärs die australische und neuseeländische Fauna von fremden Einflüssen isoliert, sich in eigenartiger Weise spezialisierte. In jungtertiärer Zeit wurden dann die Tiere der Muridenschicht von zahlreichen indischen Pflanzenformen begleitet, die bis Nordaustralien vordrangen und ähnlich den Vögeln die polynesische Inselwelt eroberten, dieser ein indisches Florengepräge aufdrückend. Bei dieser Annahme erklärt sich das Vorhandensein von australischen Elementen in Südafrika und Patagonien, von südafrikanischen in Australien, von patagonischen auf Neuseeland, von tropisch-amerikanischen auf Neu-Guinea, den Philippinen, den Sundainseln und

---

[1]) Beddard, A Textbook of Zoogeography. Cambridge Natural Science Manuals. 1895. p. 170. 171.

in Hinterindien. Besonders enge Beziehungen weisen Australien und Neuseeland zu Südafrika auf, so dass Drude diese drei Florenreiche als afrikanisch-asiatische Abteilung der australen Florenreichsgruppe zusammenfasst. Als spezifisch charakteristisch seien zunächst die Proteaceen genannt, die nach Australien ihr zweites Verbreitungszentrum in Südafrika haben. Ähnliches gilt von den Goodeniaceen, von der Wahlenbergia-Gruppe der Campanulaceen, von den Mimosaceen, den Myrtaceen, den Restiaceen, den Pittosporiaceen, den Myoporeen. Umgekehrt überwiegen in Afrika die Euphorbiaceen, Polygaleen, Geraniaceen, Oxalideen, Ficoïdeen, Crassulaceen. Den südafrikanischen Diosmeen entsprechen die australischen Boronieen, den Ericaceen des Kaplandes die Epacrideen von Australien und Neuseeland[1]). Wenn wir nach transpazifischen Beziehungen fragen, so finden wir diese ziemlich ausgeprägt in der Flora Neuseelands. Von den 1158 Gefässpflanzenarten, die Engler als auf Neuseeland und den Nachbarinseln heimisch anführt[2]), finden sich 71 = 6,1 % zugleich in Amerika, meist in Chile und auf dem Feuerlande. Im einzelnen verteilen sich diese amphipazifischen Arten derart, dass kommen auf die

Pteridophyten	17 = 11,6 %
Monokotyledonen	20 = 8 %
Choripetalen	24 = 6,6 %
Sympetalen	10 = 2,7 %.

Dass die Sporenpflanzen an der Spitze stehen, ist bei ihren günstigen Verbreitungsbedingungen sehr erklärlich. Bei der Betrachtung der Zahlen müssen wir aber noch beachten, dass nach Engler 61,4 % der Arten endemisch sind. Von den nicht endemischen Arten machen demnach die amphipazifischen 15,8 % aus. Ebenso sind auch von den Arten Viktorias 2,1 %, von denen Tasmaniens 2,7 % mit Südamerika gemeinsam[3]). Dazu kommen dann noch 56 Gattungen der Phanerogamen mit korrespondierenden Arten zu beiden Seiten des südpazifischen Ozeanes[4]). Endlich gehören in die Gruppe der Pflanzen mit transpazifischen Beziehungen noch eine Reihe tropischer Familien, die vorzugsweise in Südamerika und Indien bezw. dem tropischen Australien sich finden wie z. B. die Mussaendeen, Gesneraceen, Verbenaceen, Apocynaceen (Echites), Styraceen (Styrax, Symplocos), Sapotaceen, Myrsinaceen; Myrtaceen, Bixaceen, Ternströmiaceen, Malvaceen, Sapindaceen, Burseraceen (Protium), Anacardiaceen (Campnosperma), Cäsalpiniaceen, Mimosaceen, Anonaceen, Lauraceen, Artocarpaceen, Araceen (Spathiphyllum, Homalonema).

Die Übereinstimmung zwischen Australien und Patagonien dagegen ist am auffälligsten bei den Myrtaceen und den Proteaceen. Von den

1) Vergleiche hierzu Engler, Entwickelungsgeschichte II, S. 51–52.
2) Engler, Entwickelungsgeschichte II, S. 57–83.
3) Ebend. II, S. 42.
4) Ebend. II, S. 95–103.

letzteren sind Orites, Roupala, Embothrium und Lomatia neotropisch und australisch[1]). Die Fagus-Arten von Chile stehen am nächsten den Buchen von Neuseeland, Tasmanien und Südostaustralien. Negativer Art ist die Übereinstimmung beider Länder im Fehlen der Nymphäaceen, Pontederiaceen, Podostemaceen, Butomaceen und Pistiaceen, die sonst weit verbreitet sind. Endlich sei noch erwähnt, dass von den in Australien endemischen Cyperus-Arten zwei (C. filipes und C. lucidus) mit südamerikanischen Formen verwandt sind, wie C. vaginatus mit südafrikanischen[2]).

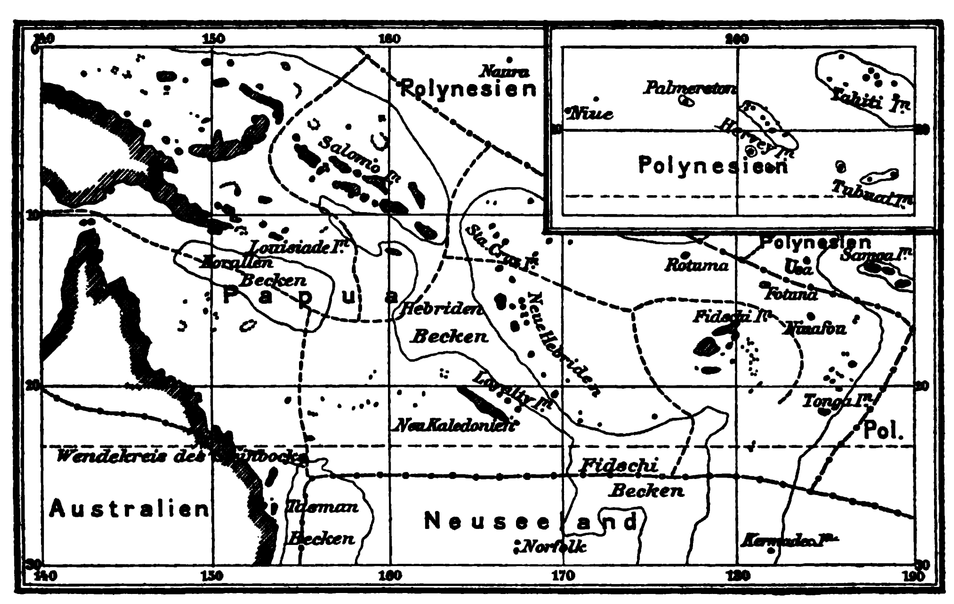
Sind schon bei den Angiospermen die verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen den verschiedenen Regionen für sich allein nicht beweiskräftig, da mehrere der aufgezählten Formen früher weiter verbreitet waren, so gilt dies in noch höherem Grade von den geologisch weit älteren niederen Pflanzen. Doch sei auch bei diesen auf einige eigentümliche Ähnlichkeiten hingewiesen. Unter den Gymnospermen sei auf die jetzt rein tropischen Cykadeen verwiesen, die im Norden vom Karbon bis zur Kreide fossil bekannt sind. Wir können also annehmen, dass sie in der Tertiärzeit bereits aus der holarktischen Region verschwunden sind. Unter den Cupressinen erwähnen wir die Actinostrobeen (Kalifornien, China; Chile, Nord-Neuseeland, Australien, Madagaskar, Südafrika). Unter den Abietinen kommt von den Aeraucarien die Abteilung Eutacta in Queensland, Neukaledonien, im Arfakgebirge auf Neu-Guinea, Colymbea in Chile und Südbrasilien und in Australien vor. Die Cunninghamieen sind auf Kalifornien einerseits (Sequoia), Japan, China; Philippinen, Sundainseln ohne Sumatra, Salomons- bis Fidschi-Inseln, Neukaledonien, Aucklandhalbinsel und Tasmanien andererseits beschränkt (Cunninghamia, Dammara, Arthrotaxis). Fast alle Gattungen sind aus der nordischen Kreideformation fossil bekannt. Bemerkenswert ist aber die Tatsache, dass die im Tertiär von Neuseeland vorkommende Araucaria Haastii der chilenischen Araucaria imbricata ausserordentlich nahe steht. Die derselben Flora angehörige A. Danai verbindet Merkmale der A. brasiliensis und der A. excelsa[3]). Unter den Farnen sind als indisch-neotropisch zu nennen die Marattiaceen und die Parkeria-Gruppe der Polypodiaceen, als allgemein südlich die Schizäaceen, Gleicheniaceen, Cyatheaceen und Hymenophyllaceen. Amphipazifische Arten sind nach Engler fast bei allen Familien zu finden, er erwähnt 1 Gleicheniacee, 2 Marattiaceen, je 4 Schizäaceen und Hymenophyllaceen sowie 17 Polypodiaceen, darunter allein 6 Aspleniumarten. Von diesen sind die Schizäaceen und Gleicheniaceen noch in der nördlichen Kreide, die ersten sogar im Tertiär vertreten. Die anderen Familien dagegen waren bis zur Trias

[1]) Drude, Pflanzengeographie, S. 204.

[2]) v. Ettinghausen, Sitzungsber. d. M. N. Kl. d. k. Ak. d. W. Bd. 103. S. 332. 333.

[3]) Ebend. S. 313.

weiter verbreitet. Zum Schlusse sei noch auf die Verbreitung einiger Tange hingewiesen, die an den Südspitzen der Erdteile sich finden. Wir erwähnen die Florideen Polyzonia (Kapland, Australien, Neuseeland), Thamnophora (Kapland, Australien, Magalhaës-Strasse), Epymenia (Kapland, Australien, Neuseeland, Auckland, Kap Hoorn), die Fucacee Carpophyllum (Kapland, Australien, Neuseeland), die Laminariaceen Adenocystis (Kapland, Kerguelen, Auckland, Campbell-Inseln, Falkland-Inseln), Ecklonia (Kapland, Australien bis Neuseeland, Chile bis Falkland-Inseln, Tristan d'Acunha, südliche Inseln), Macrocystis (Kapland, Australien bis Neuseeland, Chile bis Feuerland, südliche Inseln), Lessonia (Neuseeland bis südliches Südamerika).



Karte 2. **Melanesien.** *1: 50'000 000.*
—— *4000 m. Isobathe.* —•—•— *Grenzen von Unterregionen.*
—·—·— *Grenzen von Provinzen.*

§ 33. **Beziehungen der Region.** Fassen wir das Vorhergehende zusammen, so sind eine derartige Menge von Übereinstimmungen in allen in Betracht kommenden Organismenklassen zwischen Australien und seinen Nachbarerdteilen vorhanden, dass wir uns genötigt sahen, eine direkte Landverbindung zwischen denselben anzunehmen. Dieselbe braucht nicht allzulange vollständig bestanden zu haben; dafür spricht, dass von den in jüngerer Zeit entwickelten Tierformen die die geringste Übereinstimmung zeigen, die in ihrer Wanderung ausschliesslich an das feste Land gebunden waren, wie die Landsäugetiere. Die Bruchstücken der Brücke haben aber jedenfalls als grosse Inseln noch lange Zeit bestanden, leichter beweglichen Tieren wie Vögeln und Insekten den Übergang gestattend. In der mittleren mesozoischen Periode stand

Australien wenigstens zeitweise in fester Verbindung mit Asien, so dass die Monotremen bez. deren Vorgänger, die Allotherien, in das Land gelangen konnten und der altmesozoischen Fauna neue Elemente zuführten. Es ist nicht ausgeschlossen, vielmehr sogar wahrscheinlich, dass einige der Familien, die wir oben der Monotremenschicht zugezählt haben, bereits früher in Australien ansässig waren, besonders wenn ihr Alter bis in die paläozoische Zeit hinaufreicht, wie etwa bei den Rhynchocephalen. Jedenfalls verteilt sich die Einwanderung der in dieser Gruppe zusammengefassten Familien auf eine ausserordentlich lange Zeit. Es sind in ihr alle die Formen zusammengefasst, die in der Mitte der Kreideformation mindestens schon in Australien vorhanden waren. Während der unteren Kreideformation hat sich anscheinend die Landbrücke nach Asien gesenkt, und von nun an hörte die Einwanderung von Tieren auf, die die Beziehungen Australiens zu Südafrika und Madagaskar ausdrücken. Als letzte Einwanderer über die schon im Zerfall begriffene Brücke können wir vielleicht die ältesten Angiospermenfamilien Australiens betrachten. Während dieser Zeit trat aber Australien mit Südamerika in Verbindung, indem beide Erdteile eine weit beträchtlichere Ausdehnung nach Osten bezw. nach Westen besassen. Über diese Brücke fand ein lebhafter Austausch der beiderseitigen Faunen und Floren statt, der sich natürlich nicht auf alle Formen erstrecken konnte, ebensowenig wie jetzt die holarktische Region, oder auch nur ihre paläarktische Abteilung eine übereinstimmende Lebewelt enthält. Dieser grosse Südkontinent, den v. Ihering als „Archinotis“ bezeichnet hat, stand aber an Ausdehnung hinter dieser Region kaum zurück. An der Grenze zwischen mesozoischer und känozoischer Zeit löste Neuseeland mit seinen Nachbarinseln sich ab und konnte nun nur noch von Formen erreicht werden, die transozeanische Ausdehnungsfähigkeit besassen. Auch sonst verringerte sich langsam der Flächeninhalt der Brücke, die endlich noch im früheren Tertiär, spätestens im Oligozän wahrscheinlich zwischen den Samoa- und Tahiti-Inseln zerbrach, nachdem noch die Marsupialier als letzte Formen ihrer Schicht sie passiert hatten. Hätte die Brücke noch länger existiert, so müssten wenigstens einige plazentale Säugetiere nach Australien gelangt sein. Der übrig gebliebene australische Kontinent verkleinerte sich durch Einbruch immer mehr und wies im Anfange der Miozänzeit die grösste Isolierung auf, die er in neuerer Zeit je besessen. Jetzt erhoben sich aber die Faltengebirgszüge Indonesiens und durch sie kam eine Brücke zwischen Asien und Australien zustande, die allerdings nie zu einer vollständigen Landverbindung ward. Infolgedessen gestattete sie nur Formen mit transozeanischer Migrationsfähigkeit den Übergang, die nun auch über die zum Teil neugebildete ozeanische Inselwelt sich ausbreiteten. Dass wir eine direkte Verbindung Australiens mit Südafrika für die jüngeren Perioden der Erdgeschichte nicht anzunehmen brauchen, ist schon früher erwähnt worden. Es bleibt nur noch zu erörtern, inwieweit eine Ver-

bindung Australiens mit dem antarktischen Gebiete anzunehmen ist. Vom biogeographischen Standpunkte aus lässt sich hierüber gar nichts Bestimmtes sagen, da die Lebewelt des letzteren Gebietes viel zu ärmlich ist, um eingehende Vergleiche zu gestatten. Tatsache ist allerdings, dass dies in der mittleren Tertiärzeit nicht der Fall war, dass damals wie im arktischen auch im antarktischen Gebiete eine reichere Flora und damit jedenfalls auch Fauna zu Hause war. Das antarktische Gebiet hätte also damals recht wohl als Wanderungsweg zwischen den Kontinenten des Südens dienen können. Von Südamerika ist ein Übergang zum antarktischen Gebiete relativ leicht. Dagegen ist es schwer denkbar, dass die amerikanischen Formen vom antarktischen Kontinente unter Vermeidung von Neuseeland hätten nach Australien gelangen können. Wenn ein australisches Gebiet jemals mit dem antarktischen in Verbindung stand, so ist dies sicher Neuseeland gewesen, von dem noch jetzt eine Inselbrücke herüberführt, während zwischen Tasmanien und Wilkesland jede Vermittlung fehlt. Immerhin lässt sich die Möglichkeit nicht ableugnen, dass einige Formen der Marsupialierschicht diesen südlichen Weg benützt haben können. Es müssten das diejenigen sein, die dem südlichen Südamerika und Neuseeland gemeinsam sind, in Australien aber fehlen.

§ 34. **Unterregionen.** Suchen wir nunmehr die Region vom erdhistorischen Standpunkte aus in Unterabteilungen zu zerlegen, so bietet sich als Mittelpunkt einer sehr charakterisierten Neuseeland dar, dem nach Sclater, Huxley, Reichenow [1]) und anderen sogar der Rang einer selbständigen Region zuerkannt wurde. Charakterisiert wird diese Unterregion einmal durch das Fehlen zahlreicher allgemein australischer Gruppen, wie z. B. der Landsäugetiere, der Pteropiden; der Turdiden, Pachycephaliden, Laniiden, Corviden, Artamiden, Caprimulgiden, Cypseliden, Trichoglossiden, Megapodiiden; der Pythoniden, Elapiden, Gymnophthalmiden, Iguaniden, Agamiden; der Morphiden, Pieriden, Papilioniden, Ruteliden, Passaliden usw. Die genannten Familien erreichen alle mit Ausnahme der Säugetiere wenigstens die Inseln zwischen Neukaledonien und der Fidschi-Gruppe. Noch viel zahlreicher sind die Familien, die nur auf Australien und Neuguinea nebst den Nachbarinseln beschränkt sind. Demgegenüber steht ein grosser Reichtum an endemischen Gattungen, ja selbst Familien und Ordnungen. So sind nur auf Neuseeland beschränkt die Apterygiden, Dinornithiden, Palapterygiden; die Rhynchocephalier. Dazu kommen noch die Noctilioniden, die Discoglossiden, die Süsswassersalmoniden und -Gobiiden, die zwar nicht ausschliesslich auf Neuseeland vorkommen, aber doch auf dem australischen Festlande bez. in der ganzen übrigen australischen Region fehlen. Wir bezeichnen sie als relativ

1) Reichenow, Die Begrenzung der zoologischen Regionen vom ornithologischen Standpunkte aus. Zoologische Jahrbücher 1888.

endemisch. Die Unterregion umfasst ausser Neuseeland zweifellos die Macquarie, Auckland, Campbell, Antipoden, Bounty, Chatham und Kermadek-Inseln. Diese Inseln sind in früherer Zeit wenigstens zum Teil mit Neuseeland verbunden gewesen. Das gilt besonders von den Chatham-Inseln, auf denen Stringops und Apteryx ungefähr erst seit dem Jahre 1835 verschwunden sein sollen. Eine vermittelnde Stellung zwischen Neuseeland und Australien nehmen die Norfolk- und die Lord Howe-Insel ein, deren Fauna und Flora vorwiegend australisches Gepräge zeigt. Doch kommen auf ihnen auch neuseeländische Formen vor, die zu transozeanischer Ausbreitung wenig befähigt erscheinen wie die Rallen Ocydromus und Notornis und der Papagei Nestor und in der Flora 14 neuseeländische Pteridophyten, 8 Monokotyledonen und 10 Dikotyledonen. Zum mindesten müssen die Inseln daher früher nur durch einen schmalen Meeresarm voneinander getrennt gewesen sein. Wir müssen aus diesem Grunde beide Inseln mit Wallace der Unterregion zurechnen, weil das australische Element ihrer Fauna und Flora leichter den trennenden verhältnismässig schmalen Meeresteil überschreiten konnte. Die Grenzlinie der neuseeländischen Unterregion, die ungefähr auch die Stelle bezeichnet, an der Neuseeland sich von dem alten Kontinente trennte, verläuft also etwa mit dem 25. Breitengrade ostwestlich bis 155° östlicher Länge und dann auf diesem Meridian südwärts, einer Rinne von ungefähr 5000 m Tiefe folgend. Der Einbruch des trennenden Beckens ist wahrscheinlich von Osten nach Westen erfolgt. Auch ist die Verbreiterung desselben sehr allmählich vor sich gegangen, so dass selbst im Pliozän von Indien her einwandernde Formen Neuseeland noch das Meer überschreitend erreichen konnten. Von der neuseeländischen Landmasse dürften die Kermadek-Inseln zuerst sich losgelöst haben, deren Fauna besonders ärmlich ist. Dann folgten die Macquarie und Auckland-Inseln, die nur gutfliegende Vögel wie Platycerciden, Meliphagiden, Sylviiden und Motacilliden aufweisen. Auch die Antipoden- und Campbell-Inseln mögen damals sich abgetrennt haben. Am längsten haben wegen der Übereinstimmung von in Neuseeland differenzierten flugunfähigen Vogelgattungen die Chatham-Inseln, die Norfolk- und die Lord Howe-Insel mit der Hauptinsel in Wechselverkehr gestanden. Die Trennung erfolgte aber, bevor die Apterygiden und Dinornithiden aus dem Rallenstamme sich entwickelten. Dagegen haben die ebenfalls dem Rallenstamme zugehörigen Vögel Ocydromus und Diaphorapteryx ebenso wie Nestor die Chatham-Inseln noch erreicht, trotzdem alle nur geringe oder gar keine Flugfähigkeit besassen.

Eine zweite selbständige Unterabteilung sehen wir in den Hawaii-Inseln, auch von Lydekker und Kobelt als selbständiges Gebiet anerkannt, meistens aber mit Polynesien zusammengefasst. Diese Inseln besitzen je eine endemische Vogel- und Molluskenfamilie in den Drepanididen und den Achatinelliden. Ausser den vier Drepanididengat-

tungen besitzt Hawaii noch drei endemische Vogelgattungen, während es nur vier auch sonst vorkommende besitzt. Darunter weist Asio auf Amerika, da diese Gattung in der ganzen übrigen australischen Region fehlt. Diese verwandtschaftlichen Beziehungen Hawaiis zu Amerika sind für die Inselgruppe ganz besonders charakteristisch, wofür wir bei der Besprechung der Käfer eine Reihe von Beispielen gebracht haben. Wenn wir Hawaii mit dem übrigen Polynesien vergleichen wollen, so greifen wir aus diesem die Tahiti- und Samoa-Inseln heraus, die sehr ähnliche Lebensbedingungen bieten. Auf diesen beiden Inselgruppen fehlen von den auf Hawaii vertretenen Familien die Drepanididen; die Gymnophthalmiden, die Bufoniden, die Süsswassergobiiden, die Pieriden, die Lucaniden, die Achatinelliden, Limaciden, Limnaiden, Melaniaden, Auriculiden. Von den Muscicapiden, Meliphagiden und Geckotiden besitzt Hawaii nur endemische Gattungen, die letztere Familie fehlt auch gänzlich den Samoainseln, während sie auf Tahiti sich findet, ebenso wie die Lycoeniden und Copriden. Andererseits fehlen in Hawaii folgende auf Samoa (S) oder Tahiti (T) vorkommende Familien: die Pteropiden (S); die Turdiden (S), Sylviiden (ST), Campephagiden (S), Ploceiden (S), Sturniden (S), Artamiden (S), Cypseliden (ST), Cuculiden (ST), Platycerciden (T), Trichoglossiden (ST), Columbiden (ST), Didunculiden (S); die Danaiden (ST), Satyriden (ST), Morphiden (ST), Papilioniden (ST), Zygäniden (S), Castniiden (S), Aphodiiden (T), Ruteliden (T), Lamiiden (ST), Cerambyciden (ST); die Heliciniden (ST), Diplommatiniden (ST), Cycladiten (S). Wir finden also ausgeprägte Unterschiede beider Gebiete bei allen wichtigen Tierklassen, so dass die Abtrennung Hawaiis sich mit vollem Rechte behaupten lässt, zumal seine Fauna nicht als verarmte polynesische bezeichnet werden kann, vielmehr zahlreiche nichtpolynesische Formen in ihr auftreten. Auch vom pflanzengeographischen Standpunkte rechtfertigt sich die Selbständigkeit der Gruppe, die zahlreiche amerikanische Typen aufweist, wie Silene, Vicia, Fragaria, Aster, Vaccinium, Ranunculus, Gnaphalium, Geranium, Viola, Dodonaea usw., die alle in der übrigen australischen Region fehlen. Besonders auffällig ist auch die Verwandtschaft der hawaiischen Kompositen mit nordamerikanischen und mexikanischen. Von den 17 auf Hawaii sich findenden Gattungen zeigen verwandtschaftliche Beziehungen:

zu Amerika 13,
zur alten Welt 7.

Besonders haben die endemischen Gattungen ihre nächsten Verwandten in Amerika, 4 davon in Mexiko. Diese letzten Tatsachen könnten auf eine alte Verbindung Hawaiis mit Nordamerika schliessen lassen. Mindestens müssen wir annehmen, dass hier in früherer Zeit ein jedenfalls ausgedehnteres Land lag, das näher an Amerika heranreichte, so dass durch Trift und Wind Coleopteren, Mollusken und Pflanzensamen darauf übertragen werden konnten. Die jetzigen Inseln dürften etwa dem Südwestrande dieses Gebietes entsprechen. Wann diese Verbindung gelöst

wurde, entzieht sich unserer Kenntnis, jedenfalls ist aber der Anfang der Tertiärzeit der äusserste Termin. Viel früher wird aber der Einbruch auch nicht erfolgt sein, da die in Betracht kommenden Familien der Käfer zum grossen Teile erst seit dem Tertiär fossil bekannt sind, ebenso wie die Strigiden. Dieses Land muss sich sowohl Nord- als Südamerika genähert haben, da die hawaiische Fauna und Flora zu beiden Kontinenten Beziehungen aufweist. Sicher nordamerikanischen Ursprungs sind z. B. Asio, die Limaciden, Melaniaden, sowie die oben genannten Pflanzen, während die anderen eigentümlichen Formen aus der neotropischen Region zu stammen scheinen, mindestens aus ihr gekommen sein können. Von diesen Landbrücken soll im folgenden im geologischen Teile noch weiter die Rede sein.

Eine dritte Unterregion bildet Polynesien, dem wir mit Wallace Mikronesien zurechnen, dagegen nicht die St. Cruz- und die Fidschi-Inseln, sowie die südwestlich von ihnen gelegenen Gruppen. Unsere Unterregion umfasst also folgende Inselgruppen:

a) Fanning-, Marquesas-, Phönix-, Manahiki-, Paumotu-, Union-, Tahiti-, Samoa-, Cook- und Tubuai-Inseln.

b) Ellice-, Gilbert-, Marshall-, Karolinen-, Palau-, Marianen-Inseln.

Die Unterregion deckt sich fast vollkommen mit dem polynesischen Reiche Kobelts, nur dass dieser noch die Samoainseln ausschliesst. Sie passt sich darnach also gut der Verteilung der Südwassermollusken an. Die Samoainseln bilden auch sonst ein Übergangsgebiet, besonders unter ihren Vögeln sind viele Typen von den Fidschiinseln vertreten. Ebenso finden wir auch auf den unter b) angeführten Inselgruppen der Unterregion sonst fremde Formen, und zwar besonders auf den beiden zuletzt genannten, die ja auch dem orientalischen Gebiete am nächsten liegen. Auch geotektonisch sind diese sechs Inselgruppen zusammenzufassen, da sie auf einem gemeinsamen Sockel liegen. Andererseits bilden sie aber, mit Ausnahme der Marianen, einen zusammenhängenden Zug, der sich über die Samoa, Cook und Tubuai In. fortsetzt. Die Fidschi-Inseln aber werden durch das Relief des Meeresbodens, wie durch die Anordnung der Inselreihen dem inneren melanesischen Inselgürtel zugewiesen [1]), ebenso durch ihre Mollusken [2]). In dieser Ausdehnung besitzt die Unterregion nur eine endemische Familie in den samoanischen Didunculiden, also eine sehr lokale Spezialisierung, noch dazu in einem peripheren Gebiete. In der Hauptsache charakterisiert sich das Gebiet durch das Fehlen australischer Formen. So sind vollkommen abwesend die Landsäugetiere, die Ratiten, die Landschlangen, die Eidechsen mit Ausnahme der Geckotiden von Tahiti, alle Amphibien und Süsswasserfische. Folgendes sind die Familien, die auf den Salomonen, den Neuen

1) Arldt, Der Parallelismus der Inselketten Ozeaniens. Zeitschrift des Ver. für Erdkunde. Berlin 1906. S. 340.

2) Kobelt, Zoogeographie S. 9.

Hebriden oder den Fidschi-Inseln sich finden, dagegen in der polynesischen Subregion fehlen oder nur auf den Samoainseln (S), den Palauinseln (P), den Marianen (M) oder den westlichen Karolinen (K) sich finden. Die auf allen Inseln der Gruppe b) vorkommenden Familien sind in Klammern gesetzt: die Turdiden (S), Campephagiden (S, K?), Pachycephaliden, Laniiden, Nectariniiden, Dicäiden, Ploceiden (S, K), Sturniden (S, P, M, K), Artamiden (S, K), Bucerotiden, Coraciden (P, K), Caprimulgiden (P), Cacatuiden, Platycerciden (auch auf Tahiti), Paläornithiden, Megapodiiden (P, M, K), Accipitriden; die Colubriden (P), Elapiden, Pythoniden, Gymnophthalmiden, Iguaniden, Agamiden, Geckotiden (P, M, K, Tahiti), die Raniden, die Süsswassermuräniden, die Nymphaliden (P), Pieriden, Hesperiden (P, M, K), Lycäniden (P, K, Tahiti), Libythäiden (P), Arctiiden (P, M, K), Hepialiden (P), Castniiden (S), (Uraniiden), (Buprestiden), Aphodiiden (P, Tahiti), Copriden (Tahiti), Trogiden (P), (Ruteliden [Tahiti]), Lucaniden (P, K), Melolonthiden (P), Cetoniiden (P), Passaliden, (Prioniden), (Tenebrioniden [Ostpolynesien]), die Oncidiiden (P), Cyclostomiden (P), Aciculiden (P), (Paludiniden), Melaniaden (P, M, K). Die Grenze ist also ziemlich gut markiert, besonders auch zwischen den Fidschi- und Tonga-Inseln einerseits, den Samoainseln andererseits, die nur in der Vogelfauna sehr übereinstimmen, in fast allen anderen Tierklassen dagegen wesentliche Unterschiede aufweisen. Bei diesen zeigen die Palauinseln eine viel grössere Übereinstimmung, die deshalb als ein zweites Übergangsgebiet anzusehen sind. Was die floristische Einteilung anlangt, so ordnet Drude wenigstens Neukaledonien und die Neuen Hebriden dem Papuagebiet zu, die Fidschiinseln dagegen rechnet er zu Polynesien, dafür gehören zum ersten die Karolinen und Marianen. Doch da die Flora viel weniger durch die geschichtliche Entwickelung des Landes beeinflusst ist, als die Fauna, so ist dies kein wesentlicher Hinderungsgrund für die vorgeschlagene Begrenzung. In dem ganzen in Betracht kommenden Gebiete brauchen wir dann nirgends grössere Landmassen für die Vergangenheit anzunehmen, nur von den Samoainseln bis zu den Tahiti und Paumotu, vielleicht auch den Marquesasinseln dürfte kontinentales Gebiet sich früher einmal befunden haben. Die Besiedelung des Gebietes ist fast ausschliesslich von der australischen Seite erfolgt, von der auch die ursprünglich neotropischen Formen wieder rückwärts wanderten. Nur die östlichsten Gruppen zeigen direkte Beziehungen zu Südamerika besonders bei den Käfern.

Die vierte Unterregion ist die Papuanische. Ihr Mittelpunkt ist Neuguinea. Ausserdem gehören dazu der Bismarckarchipel, die Salomonen, die St. Cruzinseln, die Neuen Hebriden, die Fidschi- und Tonga-Inseln, die Louisiaden, Neukaledonien und die Loyalityinseln, Halmahera und seine Umgebung, die Aruinseln und Nordaustralien. Das letztere lässt sich beim Fehlen von natürlichen Grenzen nicht scharf vom übrigen Australien abscheiden, jedenfalls gehört aber dazu die ganze Umgebung

des Carpentariagolfes mit dem Nordterritorium und der York-Halbinsel. Auch diese Abgrenzung deckt sich nach Kobelt mit der Verteilung der Mollusken, ebenso mit der Pflanzenverbreitung, nach der Drude Nordaustralien wie Neuguinea zum indischen Florenreiche zählt. Die Abtrennung rechtfertigt sich aber auch, wenn wir den Gesamtcharakter der Tierwelt ins Auge fassen. Folgendes sind die Familien, die nur bis Nordaustralien gelangt sind, im grösseren Teile des Kontinentes dagegen fehlen; die in Neuguinea fehlenden sind durch einen Stern (*) bezeichnet, die über den Wendekreis südwärts vordringenden in Klammern gesetzt: die Halicoriden, die Dicruriden, (Paradiseiden), Nectariniiden, Sturniden, Paläornithiden, Parriden, Casuariden, die *Crocodiliden, *Rhynchosuchiden, (Calamariiden), Homalopsiden, *Dendrophiden, Dipsadiden, *Lacertiden, *Lialiden, Chersiden, Dermochelydiden, die Osteoglossiden, (*Ceratodiden), die Trogiden, Hybosoriden, *Glaphyriden, (die Aciculiden), Cerithiiden. Dagegen fehlen in Nordaustralien die Myrmecobiiden, Phascolomyiden, Ornithorhynchiden, die Pariden, Menuriden, Atrichiiden, die Aprasiaden, Iguaniden, die Haplochitoniden, Galaxiaden. Auch bei den Gattungen der anderen Familien finden wir Beziehungen zwischen Nordaustralien und Neuguinea. So tritt von der von Celebes bis zu den Salomonen verbreiteten Gattung Phalanger eine papuanische Art auch in Nordaustralien auf. Gleiches gilt von dem Dasyuriden Dactylopsila, der Vespertilionide Taphozous, von den Ploceiden Emblema und Munia, dem Laniiden Rectes, dem Muscicapiden Machaerirhynchus, den Alcediniden Syma und Tanysiptera, dem Cacatuiden Microglossus, der Columbide Petrophassa (nur Nordaustralien). Noch zahlreicher sind die australischen Gattungen, die im Norden fehlen. Was die Pflanzen anlangt, so finden sich in Nordaustralien die Araucarieen, die Palmen, die Pandanaceen, die alle dem übrigen Festlande fehlen. Wenig ausgeprägt ist dagegen die Grenze im Molukkengebiete, die, wie schon erwähnt, im ganzen eine Grenzzone bilden. Wir haben oben die Grenze nach geotektonischen Gesichtspunkten gezogen, da uns die Tiergeographie keinen festen Anhalt bietet. Immerhin sind zwischen Halmahera nnd Ceram einige Unterschiede zu beobachten. So finden wir z. B. auf Halmahera und Umgebung folgende auf Ceram fehlende Gattungen, wobei die orientalischen durch O. bezeichnet sind: Petaurus (Phalangeride); Monticola (Turdide O.), Semioptera (Parasideide), Ptilotis (Meliphagide), Hydrornis (Pittide), Alcyone, Tanysiptera (Alcediniden), Anthaenas (Columbide), Neopus (Aquilide O.); Styporhynchus (Colubride), Chrysopelea (Dendrophide O.), Trimeresurus (Crotalide O.), Lophura (Agamide O.). Dagegen finden wir auf Ceram oder Buru (A. = australische Gattungen: Babirusa (Suide), Basilornis (Sturnide), Casuarius (Casuaride A.), Cyclodus (Scincide A.). Für die anderen Gattungen werden die ganzen Molukken als Verbreitungsbezirk erwähnt. Der relative Unterschied ist also nur gering. Jedenfalls haben die beiden Teile früher in Verbindung gestanden, aber nie in fester Landverbindung mit einem der Nachbar-

gebiete, vielmehr haben sie ihre Fauna und Flora über das Meer erhalten, nachdem sie selbst in zwei Teile zerfallen waren. Die papuanischen Typen sind meist über Halmahera eingedrungen, das durch Waigeu Neuguinea angenähert ist, doch müssen zeitweise auch australische Formen haben direkt nach Ceram gelangen können. Ebenso konnten beide Teile direkt orientalische Formen über die Sulainseln, Halmahera vielleicht auch von den Philippinen her erhalten. Fragen wir endlich nach Familien, die in der Unterregion endemisch sind, so sind zu nennen die Paradiseiden, die Rhinochetiden (Neukaledonien), die Casuariden; die Lialiden, die Ceratodiden. Dazu kommen zahlreiche Familien, die relativ endemisch sind, d. h. in keiner anderen Abteilung der australischen Region zu finden sind, sowie viele endemische Gattungen. Die wahrscheinliche Geschichte der Unterregion ist folgende: Zuerst löste sich das Gebiet von Neukaledonien und der Neuen Hebriden ab, auf denen von alten Landwirbeltieren sich ausser den Geckotiden nur die Amblycephaliden und Scinciden bezw. die Pythoniden und Elapiden finden. Dann folgten unmittelbar die Fidschiinseln (die Tongainseln sind jedenfalls erst später entstanden) mit Gymnophthalmiden und Iguaniden. Es blieb nur noch eine schmale Landverbindung von den Samoa-Inseln über die St. Cruz-Inseln zu den Salomonen, auf der die Marsupialier westwärts sich verbreiteten. Diese zerfiel vor der Mitte der Tertiärzeit, in der die noch ziemlich beträchtlichen Schollen des alten Kontinentes weiter zerbrachen und grösstenteils unter das Meer versanken, wobei viele Formen mögen vernichtet worden sein. Auch die Salomonen haben sich durch vulkanische Kräfte neu erbaut, nur an wenigen Stellen finden wir bei ihnen, wie auch auf den Neuen Hebriden alte, nicht vulkanische Gesteine. Nachdem die Marsupialier sich in Australien ausgebreitet hatten, wurde durch eine vielleicht nur seichte Transgression Nordaustralien mit Neuguinea vom obigen Festlande losgelöst, d. h. nicht in der ganzen Ausdehnung, die wir ihm oben gegeben haben. Jedenfalls haben aber damals Arnhemland und der nördliche Teil der Yorkhalbinsel, vielleicht auch Kimberleydivision mit Neuguinea zusammengehangen. So lagen die Verhältnisse, als im Pliozän altweltliche Formen über die neu entstandenen Inseln des malaiischen Archipels vordrangen. Leicht konnten sie noch Nordaustralien erreichen und als dieses von Neuguinea durch Transgression geschieden wurde und dafür durch eine Hebung im Süden wieder mit Australien verwuchs, konnten die Formen, die auf ihm sich angesiedelt hatten, nach diesem Gebiete vordringen, soweit die Lebensbedingungen es ihnen gestatteten. So sind jedenfalls die Muriden ins Land gekommen. Die Gattung Sus dagegen kann erst nach der zweiten Transgression Neuguinea erreicht haben. Nach den übrigen Abteilungen der Unterregion gelangten nur Einwanderer, die den Ozean überschreiten konnten. Dies wurde ihnen durch die damals noch grössere Ausdehnung des Landes erleichtert. Dass die Lücke zwischen Neuguinea und Neukaledonien früher schmäler war als jetzt, können wir daraus schliessen, dass

ersteres im SO., letzteres im NW. sinkt, wie die weit ausgedehnten Wallriffe zeigen. Ebenso sind die Fidschi-Inseln in Senkung begriffen[1]) und auch die Salomonen verraten durch das Relief des Meerbodens eine einst grössere Ausdehnung[2]), wenn sie auch schon wieder im Ansteigen begriffen sind. So breiteten die Vögel sich aus, von denen ein gruiformer Typus zu den Rhinochetiden sich spezialisierte, so kamen auch die Colubriden und Raniden bis zu den Fidschi-Inseln (vergl. Karte 2).

Der Rest des australischen Kontinentes bildet mit Tasmanien die fünfte Unterregion Australien. Diese zerlegt Kobelt in zwei Teile, indem er den Südosten mit Tasmanien ein besonderes Reich bilden lässt. Auch Wallace nimmt an, dass Ost- und Westaustralien etwa in der Kreidezeit durch Meer vollständig voneinander getrennt waren[3]) und hat sogar eine Karte entworfen, die die damalige Verteilung von Land und Wasser zeigen soll. Tatsächlich zeigen der Osten und Westen eine Reihe spezieller Familien, die jetzt natürlich in die Gebiete der anderen übergreifen. Vorwiegend ostaustralisch sind die Phascolomiiden, Ornithorhynchiden, Echidniden, die Pariden, (Paradiseiden), Menuriden; die Haplochitoniden, Galaxiaden, (Ceratodiden), Cyclostomen, sowie zahlreiche Gattungen, westaustralisch dagegen die Myrmecobiiden, die Atrichiiden, die Lacertiden, Varaniden, Aprasiaden, Iguaniden, Ausserdem zeichnet sich Westaustralien durch einen hohen Artenendemismus seiner Flora aus (80,8 % gegen 61 % bei Neuseeland, 43,2 % bei Ostaustralien[4]). Es ist also wohl denkbar, dass noch im Anfange der Tertiärzeit ein Meeresarm von Süden weit ins Innere des Festlandes sich erstreckte, doch sind die beiden Teile jedenfalls nicht völlig voneinander getrennt gewesen. Von Norden kommend drangen die Marsupialier und ihre Wandergenossen in die beiden halbinselartigen Räume ein, hier zu verschiedenen Formen sich differenzierend. Unwahrscheinlich erscheint es mir aber, dass Westaustralien dem Osten so an Grösse überlegen sein sollte, wie nach Wallaces Karte. Bei der grossen Zahl östlicher Familien müssen wir für die Tertiärzeit eher einen grösseren östlichen Teil erwarten. Die Trennung mag daher eher durch die tiefer einschneidende Australbucht hervorgerufen worden sein, an die sich ja tatsächlich eine Ebene aus tertiären Schichten anschliesst. Ein derartig geringer Einschnitt genügt, um die Verbreitung der oben genannten Familien zu erklären, da diese nördlich der Australbucht höchstens in diesem schmalen Streifen sich finden. Dahinter wurde ihre Verbreitung durch die Wüsten des Innern gehemmt. Vollständig endemische Familien hat die Unterregion nicht viele aufzuweisen, da die meisten Formen sich auch über Nordaustralien ausgebreitet haben, wie sich auch der Osten

---

[1]) Hahn, Untersuchungen über das Aufsteigen und Sinken der Küsten. Leipzig 1879. S. 72—74, 77.

[2]) Guppy, The Solomon Islands and their Natives. London 1887.

[3]) Wallace, I. L. 2. Aufl. p. 497.

[4]) Engler, Entwicklungsgeschichte II, S. 85.

und Westen so stark vermischt haben, dass ihre Trennung sich nicht rechtfertigen lässt. Wir stellen deshalb die endemischen Familien einschliesslich Nordaustraliens zusammen; in Nordaustralien fehlende, also rein endemische sind durch einen Stern (*) bezeichnet, relativ endemische in Klammern gesetzt. Es sind dann zu nennen die *Phascolomyiden, *Myrmecobiiden, *Notoryctiden, *Ornithorhynchiden; die *Menuriden, *Atrichiiden, (Otiden), (Gruiden), Dromäiden; die Pygopodiden, *Aprasiaden, Lialiden, (*Iguaniden); (die Osteoglossiden), Gadiden, Atheriniden; (die Glaphyriden). Unter den Pflanzen schliessen sich hieran an die Epacrideen, Pittosporeen und Casuarineen, so dass von allen Unterregionen die australische die meisten absolut endemischen Familien aufweist, wie sich das auch nach ihrer Grösse erwarten liess. Dann folgt Papua mit fünf endemischen Tierfamilien, Neuseeland mit vier, Hawaii mit zwei und Polynesien mit einer.

bb) Neotropische Region.

§ 35. **Grenzen.** Die neotropische Region fassen wir in dieselben Grenzen wie Wallace, es ist also hierüber keine weitere Auseinandersetzung notwendig. Wir können uns daher sofort der Lebewelt der Region zuwenden.

§ 36. **Lebewelt der Region.** Was die neotropischen **Säugetiere** anlangt, so finden wir uns in bezug auf diese in viel günstigerer Lage als bei den australischen, da zahlreiche fossile Reste aus dem südamerikanischen Tertiär uns überliefert sind, die über die Entwickelung der Säugetierwelt des Kontinentes uns wichtige Aufschlüsse geben. Die älteste der reichen Fundstätten sind die Sta. Cruz-Schichten aus Patagonien, die wir am besten mit d'Orbigny und Zittel als oligozän ansehen. Unter ihr liegen die Pehuenche-Schichten mit nur weniger bekannten Resten, über ihr folgen durch marine Schichten von der oligozänen abgetrennt die miozäne patagonische und die pliozäne araukanische Formation, an die die Pampasformation sich anschliesst, die den Übergang zum Diluvium darstellt. Diesem selbst gehört die Höhlenfauna Brasiliens an. Wir haben also eine fast lückenlose Entwickelungsreihe neotropischer Formen. Neue Elemente erscheinen unvermittelt erst von der araukanischen Formation an, und zwar sind es alles nordamerikanische Typen. Wir müssen daher annehmen, dass das bisher isolierte Südamerika im Anfange des Pliozän mit Nordamerika verbunden ward und von dort zahlreiche nordische Formen eindrangen, die noch jetzt von der eigentlichen einheimischen Fauna Südamerikas leicht sich abtrennen lassen. Wir müssen also in der südamerikanischen Säugetierwelt mindestens zwei Schichten unterscheiden, eine jüngere pliozäne, deren Herkunft von Nordamerika unbestritten ist, und die wir nach der Familie, die den grössten Verbreitungsbezirk sich erobert hat, als Felidenschicht bezeichnen wollen, und eine ältere, die vor dem Oligo-

zän ins Land gekommen ist, und die wir nach der am vielseitigsten differenzierten Ordnung als Edentatenschicht bezeichnen. Mit dieser letzteren haben wir uns besonders zu beschäftigen, da über deren Herkunft und Beziehung die Ansichten noch durchaus nicht übereinstimmend sind. Wollen wir diese Schicht kennen lernen, so stützen wir uns am besten auf die vorpliozänen fossilen Säugetiere Patagoniens und Uruguays. Wir finden unter diesen platyrhine Affen, eine Insektivorengattung, hystricomorphe Nager, von den Ungulaten Toxodontier, Typotherien, Litopternen, endlich zahlreiche Edentaten, einige Marsupialier und sogenannte Allotherien. Mehr und mehr hat sich im Laufe der Zeit herausgestellt, dass diese „Sta. Cruz-Fauna" verwandtschaftliche Beziehungen zu der altafrikanischen Tierwelt zeigt, wie wir sie noch jetzt in Madagaskar, zum Teil auch in Südafrika finden, natürlich ebenfalls weiter entwickelt, wie in jedem anderen Lande. So bilden zu den neotropischen Affen die Lemuriden Afrikas eine Parallele, wenn auch die afrikanische Form bedeutend niedriger organisiert ist z. B. in der Anlage der Plazenta und des Uterus. Prosimier sind ja auch aus dem nordischen Tertiär bekannt, doch ist dort keine der jetzt lebenden Familien fossil vertreten, vielmehr besondere Familien, die der gemeinsamen Wurzel der Primaten nahe stehen dürften. Aus diesem Grunde ist es denkbar, dass die Lemuriden und Platyrhinen einen Zweig der Primaten bilden. Beide stimmen z. B. in der Differenzierung der Zähne überein, besonders in der Dreizahl der Prämolaren. Ebenso ist die oberflächliche Lage des Trommelfelles zu erwähnen. Von den Insektivoren hat Necrolestes sich in Südamerika fossil gefunden, der nächst verwandt erscheint mit den südafrikanischen Chrysochloriden. Dadurch gewinnt auch die Verwandtschaft des rezenten Solenodon von Kuba und Haiti mit den madagassischen Centetiden erneute Bedeutung. Wir brauchen in beiden Formen nicht mehr Reste eines einst auch im Norden verbreiteten Typus zu sehen, sondern sie gehören beide mit Necrolestes, den Chrysochloriden, Potamogaliden und Macroscelididen zu einem südlichen Zweige der Insektivoren, der von dem nördlichen dadurch sich unterscheidet, dass die Zahnhöcker der oberen Molaren bei ihm in Gestalt eines V, nicht eines W angeordnet sind, wie bei diesen [1]). Die hystricomorphen Nager sind auch jetzt noch hauptsächlieh auf Südamerika beschränkt. Zu ihnen gehören noch die Ctenodactyliden, die fast ausschliesslich afrikanisch sind, sowie die weiter verbreiteten Hystriciden, als deren Verbreitungszentrum ebenfalls Afrika anzusehen ist. Beide Familien sind auch in der holarktischen Region fossil vertreten, aber nicht vor dem Miozän. Diese Tatsache widerstreitet daher, wie wir später sehen werden, nicht einem paläogäischen Ursprunge der Gruppe. Die Typotherien stehen nach Haeckel [2]) den Nagern sehr nahe, gewöhnlich stellt man sie aber zu

[1]) Lydekker, G. H. M. D. A. S. 98.

[2]) Haeckel, Systematische Phylogenie. III. Wirbeltiere 1895. S. 498. 505.

den Huftieren. Besonders grosse Übereinstimmung zeigen sie mit den Toxodontiern und dann mit den Litopternen. Diesen drei Unterordnungen stehen die afrikanischen Hyracoiden gegenüber, die in dem Baue der Handwurzeln einen noch älteren Typus darstellen, indem die Knochen noch serial angeordnet sind. Vielleicht sind auch die Proboscidier ein altafrikanischer Typus, wovon später bei Afrika die Rede sein soll. Auch bei den Edentaten entsprechen den neotropischen Xenarthra die überwiegend afrikanischen Nomarthra. Wiederum sind es hier die afrikanischen Formen, die in Plazenta und Uterus die altertümliche Form zeigen, indem die erstere diffus und ohne Decidua, letzterer zweihörnig ist. Die Unterschiede sind auch sonst ziemlich beträchtlich, so dass Haeckel die Nomarthra als selbständigen Zweig des Säugetierstammes ansieht, der den Ungulaten nahe stehe, doch auch in seinem phylogenetischen Systeme gehen beide Teile der Edentaten auf dieselbe Wurzel zurück. Für die Marsupialier und Allotherien endlich fehlt die afrikanische Parallele, dafür weisen diese Tiere, wie schon früher erwähnt, Beziehungen zu Australien auf, indem wir in ihnen die Vorfahren der polyprotodonten und diprotodonten Beuteltiere dieses Kontinentes zu sehen haben. Die Beziehungen zu Afrika sind also bei den Säugetieren Südamerikas ziemlich ausgeprägt und da bei den Primaten, Ungulaten und Edentaten die afrikanischen Formen den altertümlichen Typus darstellen, so schliesst Lydekker daraus, dass die Heimat der Sta. Cruz-Formation die äthiopische Region gewesen sei, aus der sie über eine südatlantische Landbrücke nach Südamerika gelangt seien. Wenn nun auch die Vermutung einer transatlantischen Verbindung sehr begründet ist, so scheint mir dies mit der angenommenen Wanderungsrichtung nicht der Fall zu sein. Wir haben guten Grund anzunehmen, dass die plazentalen Säugetiere in der holarktischen Region sich entwickelt haben, indem wir in ihr aus alttertiärer Zeit die Vorfahren der Primaten, Carnivoren, Rodentier und Ungulaten kennen, die einander noch so nahe stehen, dass man sie unbedenklich in eine Ordnung zusammenfassen würde, kennte man nicht ihre weit voneinander differenzierten Nachkommen. Die Hauptlandentwickelung lag aber damals auf der amerikanischen Seite, im Europa überwiegen im Eozän noch die marinen Ablagerungen. Dementsprechend sind auch die Säugetierfunde in Nordamerika viel reichhaltiger. Die ältesten Reste sind hier in den Puerco-Schichten von Neu-Mexiko erhalten, also in einem Areal, das von den jetzigen Grenzen der neotropischen Region nicht allzuweit entfernt liegt.

Hier finden wir nun ebenfalls verwandte und zwar altertümlichere Formen zu denen der St. Cruz-Schichten. Von Primaten finden wir hier die Anaptomorphiden, in den etwas jüngeren Wahsatchschichten in derselben Gegend ausserdem die Pachylemuriden, beides Familien, die der gemeinsamen Wurzel der Affen und Halbaffen sehr nahe stehen, die Pachylemuriden werden von Haeckel sogar direkt als deren Vor-

fahren angesehen. Von Insektivoren erscheinen in den Wahsatchschichten die Ictopsiden, die dem Stammtypus dieser Ordnung nahestehen. Die Ordnung selbst ist ja zweifellos noch viel älter, da von ihr bereits die Chiropteren sich abzweigen, die aus dem amerikanischen Obereozän (Bridgerschichten) in verschiedenen Gattungen bekannt sind. Die Rodentier werden allgemein auf die Tillodontier zurückgeführt, die fast ausschliesslich nordamerikanisch sind. In den Puercoschichten finden sich von ihnen vier, in den Wahsatchschichten fünf eigentümliche Gattungen. In den letzteren findet sich auch der älteste nordische Nager Paramys. Von der Tillodontierfamilie der Esthonychiden leitet Haeckel die Typotherien ab, von den ebenfalls amerikanischen Stylinodontiden mit der Gattung Psittacotherium in den Puercoschichten und zwei weiteren in den Wahsatchschichten die xenarthren Edentaten, während er die Nomarthren als Seitenzweig der Esthonychiden ansieht. Übrigens ist in den St. Cruz-Schichten selbst ein allerdings zweifelhafter Tillodontierrest in Entocasmus nachgewiesen worden. Wenden wir uns nun zu den Ungulaten, so sind die Toxodontier, Litopternen und vielleicht auch die Typotherien wie die Hyracoiden von primitiven Condylarthren abzuleiten, von denen wir in den Puercoschichten 7 Gattungen mit 22 Arten finden gegenüber 2 mit 3 Arten in der gleichalterigen europäischen Fauna von Cernays, die noch dazu keine direkten Beziehungen zu den anderen Ungulatengruppen zeigen, wenn sie auch sehr primitiv sind. Immerhin lässt keine der Puercogattungen als Stammform der neotropischen Ungulaten sich ansehen. In Südamerika treten endlich noch 4 Ungulatengattungen auf, die noch älteren Schichten angehören, als die St. Cruz-Formation sie repräsentiert. Von diesen ähnelt Pyrotherium, das älteste bekannte Säugetier Südamerikas, im Zahnbau Dinotherium und ist von Lydekker zu den Proboscidiern gestellt worden, doch zweifelt er selbst an der Richtigkeit dieser Annahme, von der später nochmals die Rede sein soll (§ 65); die Proboscidier sind im übrigen jetzt seit dem Eozän bekannt. Die drei anderen Gattungen sind nach Lydekker zu den Toxodontiern zu rechnen, während Ameghino sie mit Pyrotherium zu den Amblypoden, und zwar zu den Coryphodontiden stellt. Die letzteren finden sich in den Wahsatchschichten, doch besitzen sie auch im untersten Eozän einen Vorläufer in Pantolambda. Vom geographisch-geologischen Standpunkte stünde also einer Zugehörigkeit der vier Gattungen zu den Amblypoden nichts im Wege, die ja nur im südlichen Felsengebiet sich finden. Es ist aber auch denkbar, dass wenigstens Pyrotherium eine selbständige Ungulatenunterordnung repräsentiert, die zwischen den Proboscidiern und Amblypoden steht. Wir sehen also, dass zwischen den Placentaliern der St. Cruz-Schichten und denen des nordamerikanischen Eozän eine unzweifelhafte phylogenetische Beziehung besteht, die unerklärlich ist, wenn wir einen afrikanischen Ursprung der neotropischen Fauna annehmen, die Beziehungen zu Europa dagegen sind jedenfalls als Folge konvergenter Anpassung anzusehen. Die Beziehungen

zu Nordamerika sind aber nicht derart, dass wir in den Tieren der Puercoschichten die Vorfahren der südamerikanischen sehen könnten, vielmehr stellen beide Faunen zwei einander sehr nahestehende, von einem Aste ausgehende Zweige dar, deren Trennung schon vor dem Beginne der Eozänzeit stattgefunden haben muss. Nur so ist es erklärlich, dass nicht auch Creodontier, die doch in den Puercoschichten durch 21 Gattungen in 6 Familien vertreten sind, nach Südamerika gelangten. Ameghino glaubte allerdings früher die Borhyäniden von St. Cruz zu den Creodontiern stellen zu sollen, erkannte aber später selbst, dass sie auch mit den Dasyuriden Ähnlichkeit zeigen und sah sie schliesslich als eine selbständige Gruppe an, die er Sparassodontier nannte. Ihrer Bezahnung nach scheinen sie den Dasyuriden am nächsten zu stehen. Es erübrigt nur noch die Herkunft der polyprotodonten Marsupialier sowie der sogen. Allotherien zu erklären, die wie schon früher erwähnt wahrscheinlich als Vorfahren der Diprotodontier anzusehen sind, da sie durch eine gewisse Anzahl von Molaren (3 statt 2) von den nordamerikanischen Plagiaulaciden abweichen und darin den Hypsiprymniden sich nähern. Im nordamerikanischen Eozän finden sich von aplacentalen Säugetieren als die letzten Allotherien die Plagiaulaciden, Polymastodontiden und die Gattung Chirox, die alle in der Reduktion des Gebisses weiter gegangen sind, als die südamerikanischen sogen. Allotherien. Weiter erscheint in den Bridgerschichten die Gattung Didelphys, nachdem schon in den dem Senon angehörigen Laramieschichten vier andere Didelphyidengattungen sich fanden. Diese oder die mit ihnen vorkommenden Amblotheriden müssten wir als Vorfahren aller jetzigen Marsupialier ansehen. Die Amblotherien sind aber eher die Stammform der placentalen Tiere, ja sie waren vielleicht selbst schon Placentalier [1]). Es bleiben also nur die Didelphyiden übrig. Doch glaube ich nicht, dass wir einen nördlichen Ursprung der Marsupialier annehmen dürfen. Denn einmal waren die Tiere der Edentatenschicht sicher nicht die ersten Säugetiere, die den südamerikanischen Boden erreichten. Da dieser Kontinent im Mesozoikum mit Afrika zusammenhing, aus dessen triasischen Ablagerungen Allotherien bekannt sind, so müssen diese auch nach Südamerika gelangt sein, und wir dürfen annehmen, dass diese sich hier zu den Vorfahren der Marsupialier entwickelten. Der andere Grund liegt in den Beziehungen zu Australien. Wären die Marsupialier erst mit den Edentaten nach Südamerika gelangt, so ist es kaum zu erklären, warum gerade nur die ersteren nach Australien gekommen sein sollen. Dagegen fällt die Schwierigkeit weg, wenn wir annehmen, dass die Marsupialier früher im Lande waren als die anderen Tiere. Wir kommen also zu folgender Ansicht über die Entwickelung der Tierwelt von St. Cruz. Im Mesozoikum entwickelte sich in Südamerika aus dem Allotherienstamme eine Marsupialierfauna in den beiden

[1]) Haeckel, Phylogenie III, S. 488.

Ästen der Poly- und der Diprotodontier. Während der oberen Kreidezeit trat eine Verbindung mit Nordamerika ein. Die Didelphyiden wanderten nach Norden, dafür kamen nordische Faunen ins neotropische Gebiet. Dieses trat mit Australien in Verbindung und tauschte mit diesem Faunen- und Florenelemente aus. Jedenfalls noch in der Kreidezeit trennte ein Meeresarm Argentinien und Patagonien von Brasilien, wie v. Ihering aus der Übereinstimmung der Mollusken des Amazonenstromgebietes mit denen des Rio de la Plata schliesst. Der nördliche Teil blieb noch mit Nordamerika verbunden. Die Verbindung braucht aber nicht gerade an der Stelle gewesen zu sein wie jetzt, vielmehr lag sie vielleicht westlicher, in dem Lande, auf das wir bei der Besprechung der Hawaii-Inseln hinwiesen, da in Mexiko marine kretazeische Schichten vorkommen. Die Verbindung, die auch Koken für das oberste Senon annimmt [1]), hat jedenfalls auch nicht ohne Unterbrechung existiert, da sonst der faunistische Ausgleich intensiver hätte sein müssen. Mit dem Beginne der Tertiärzeit wanderten endlich über die wieder hergestellte Brücke die Placentalier ein, die sich inzwischen im Norden entwickelt hatten, und breiteten sich, da sie den Marsupialiern überlegen waren, rasch über Brasilien und Afrika aus. Noch im Eozän löste sich die Verbindung zwischen diesen beiden Ländern, wie zwischen Patagonien und Australien, und die beiden Teile Südamerikas vereinigten sich wieder. Die in Patagonien noch weiter spezialisierten und vervollkommneten Marsupialier mischten sich mit den brasilischen Placentaliern, im Wettbewerbe unterlagen sie aber ebenfalls; im Miozän sind sie fast vollkommen verschwunden, nur eine Gattung hat sich bis auf die Jetztzeit erhalten und auch nur in sehr beschränktem Gebiete: Caenolestes. Übrigens ist der Meeresarm zwischen Brasilien und Patagonien jedenfalls nicht so breit gewesen, dass er nicht von Vögeln leicht hätte überschritten werden können. Die Verbindung mit Nordamerika muss dann ebenfalls noch im Eozän gelöst worden sein. Auf diesem Wege erklärt sich auch die Tatsache, dass die afrikanischen Typen zum Teil altertümlicher erscheinen als die neotropischen. Dass in Brasilien keine tertiären Säugetierreste gefunden worden sind, beweist noch nicht das Fehlen dieser Tierklasse in dem Land, wie Ihering es annimmt. Aus dem untersten Eozän der holarktischen Region sind uns ja auch nur die beiden weit voneinander entfernten Fundorte in Neu-Mexiko und bei Rheims bekannt, deren Verwandtschaft eine sehr grosse ist, ohne dass an den dazwischen liegenden Lokalitäten Reste gefunden worden wären. Die Verwandtschaft der afrikanischen und neotropischen Säugetiere ist aber nur erklärlich durch die Annahme einer Verbindung über Brasilien, folglich dürfen wir für dieses Land eine tertiäre Säugetierfauna voraussetzen, die im ältesten Eozän den afrikanischen Formen näher stand, später aber auf die höhere Stufe der St. Cruz-Fauna sich

[1]) Koken, Vorwelt S. 444.

erhob. Wir haben oben die Marsupialier als die mesozoische Fauna des Südkontinentes, der Stenogäa Iherings bezeichnet. Es erscheint verwunderlich, dass in Afrika oder Madagaskar sich nicht der geringste Rest derselben erhalten hat.

Auf diesen Einwurf ist zu erwidern, dass tatsächlich in Afrika fossile Allotherien bekannt sind, und dann, dass sie hier und selbst in Madagaskar auf den Wettbewerb von höher organisierten Tieren stiessen, als ihre Ordnungsgenossen in Südamerika, die ja auch fast völlig verschwunden sind, denn die jetzigen Hauptvertreter der amerikanischen Beuteltiere, die Didelphyiden, müssen wir zur Felidenschicht rechnen, da ihre Vertreter erst in der araukanischen Formation, also im Pliozän in Südamerika erscheinen, während in der holarktischen Region die Gattung Didelphys schon seit dem oberen Eozän vertreten ist. Diese jetzt vorwiegend neotropische Familie war also im Tertiär holarktisch. Ihre Rolle spielte in Südamerika die ihr jedenfalls phylogenetisch nahe stehende Familie der Microbiotheriden, deren neun Gattungen vielfach direkt zu den Didelphyiden gerechnet werden. Noch eine Reihe anderer Familien sind zu nennen, die jetzt charakteristisch für die neotropische Region sind, die aber holarktischen Ursprung haben, so die Procyoniden, die Aucheninen, die Dicotylinen, die Tapiriden, die alle frühestens im südamerikanischen Pliozän erscheinen, während wir sie oder ihre Vorfahren im Norden viel weiter zurückverfolgen können. Verlassen wir nunmehr die Landsäugetiere, so entstammen die ältesten Chiropterenreste den brasilianischen Knochenhöhlen. Nach dem bei Australien gesagten müssen wir aber trotzdem alle drei in Südamerika vorkommenden Familien der Edentatenschicht zurechnen, wenn natürlich auch mit den Feliden neue Formen ins Land gekommen sein werden, ebenso wie in der Zwischenzeit, da ja die Mittelmeerzone zwischen den beiden Amerika nie völlig unüberschreitbar besonders für die Vespertilioniden gewesen sein kann, die jetzt selbst isolierte ozeanische Inseln zu erreichen verstanden haben. Es erscheint also ganz unwahrscheinlich, dass sie Südamerika nicht auch übers Meer hätten erreichen sollen. Wir werden in dieser Annahme durch die Tatsache bestärkt, dass die Vespertilioniden in den obereozänen Bridger Schichten bereits durch drei Gattungen vertreten sind. Bei den Pinnipediern findet die Phocide Phoca sich im nordatlantischen und im nordpazifischen Ozean. Die Verbindung zwischen beiden Gebieten dürfen wir bis zur Pliozänzeit im amerikanischen Mittelmeer sehen. Eine andere Phocidengattung Cystophora hat vom nordatlantischen Meere aus die Antillen erreicht. Wir müssen deshalb annehmen, dass die Phociden schon vor der Pliozänzeit in den südamerikanischen Gewässern erschienen. Unter den Sirenen findet sich von den zwei Arten von Manatus die eine, M. americanus, an der atlantischen Küste Südamerikas und im Amazonenstrom, während M. senegalensis an der afrikanischen Westküste und im Kongo vorkommt. Da die Manatiden

nicht im offenen Meere leben, so spricht dies für die Annahme eines Kontinentes quer über den südatlantischen Ozean. Der Verwandtschaft des australischen Chronozoon mit dem miozänen Ribodon von Argentinien ist schon gedacht worden. Von der für einen Fund auf Jamaika neubegründeten fossilen Sirenenfamilie der Prorastomiden findet sich eine Art, Prorastoma sirenoides, im Eozän von Jamaika, eine zweite P. veronensis hat man in Italien gefunden. Auch hier spricht die Verbreitung für eine Küstenlinie quer über den Ozean, freilich kann diese ebensowohl über den nördlichen wie über den südlichen sich erstreckt haben. Von den Cetaceen erscheinen im Miozän von Südamerika. schon Mystacoceten in den Gattungen Balaena und Notiocetus, während im Norden die Balaenopteriden bis ins Oligozän zurückgehen. Diese Wale sind also jedenfalls während der auf die Sta. Cruzformation folgenden Transgression an der Westküste des brasilischen Kontinentes entlang nach dem Süden gelangt, zumal der argentinische Hypocetus auch in Nordamerika sich findet. Von Balänopteriden wird aus Argentinien Cetotherium erwähnt, eine im Norden weitverbreitete Gattung. Auch die Odontoceten sind in Südamerika fossil vertreten, und zwar besonders die Familie der Platanistiden, die jetzt noch ihr Hauptgebiet in Südamerika besitzt, während sie im Miozän auch im Norden weit verbreitet waren, wo jedenfalls ihre Heimat zu suchen ist. Ebenso finden sich in Argentinien schon früh die Physeteriden. Man hat aus diesem Grunde hier die Heimat der modernen Cetaceen sehen wollen, meines Erachtens mit Unrecht, da die Stammformen derselben nordisch sind. Denn wenn auch Prosqualodon im patagonischen Alttertiär sich findet, so stehen doch der einen südamerikanischen Art acht Squalodontiden von Nordamerika und sechzehn von Europa gegenüber. Zeuglodontiden aber sind überhaupt nicht in Südamerika nachgewiesen. Ebenso fehlen hier die Delphiniden, doch spricht die Verbreitung von Eutropia (Chile, Kap der guten Hoffnung) für Zugehörigkeit zur Edentatenschicht. Fassen wir nun die Resultate der Verbreitung der neotropischen Säugetiere zusammen, so erkennen wir in diesen drei Schichten:

1. die Dasyuriden-Schicht, in mesozoischer Zeit eingewandert von Afrika her,
2. die Edentaten-Schicht, in der obersten Kreide von Nordamerika,
3. die Feliden-Schicht im Pliozän von Nordamerika.

Die einzelnen Familien verteilen sich auf die Schichten in der im folgenden angegebenen Weise. Bei jeder Familie ist das Alter der ältesten fossilen südamerikanischen Funde beigefügt und zwar bedeutet E. die Pehuenche-Schicht, O. die Sta. Cruz-, Mi. die patagonische, Pl. die araukanische, D'. die Pampasformation und D. die Höhlenfauna von Brasilien. In Südamerika ausgestorbene Familien sind durch ein Kreuz † (vergl. § 275) bezeichnet, die endemischen durch einen Stern * (vergl. § 275).

Dasyuridenschicht:	Edentatenschicht:	Felidenschicht:
	Primates (§ 275).	Fissipedia.
	*Cebidae O.	Felidae D'.
	*Hapalidae D.	Mustelidae D'.
	(Pinnipedia.)	Procyonidae D'.
	(Phocidae.)	Ursidae D'.
	(Otariidae.)	Canidae Pl.
	Chiroptera.	
	Noctilionidae D.	
	Vespertilionidae D.	
	Phyllostomidae D.	
	Insectivora:	
	*Solenodontidae.	Soricidae.
	†Chrysochloridae O.	
	Rodentia:	
	*Lagostomidae O.	Leporidae D'.
	†Castoroididae D.	—
	*Caviidae Mi.	Arvicolidae.
	*†Eocardiidae O.	Cricetidae D'.
	*Dasyproctidae D.	—
	*Octodontidae Pl.	Geomyidae.
	*Capromyidae O.	Sciuridae.
	Cercolabidae O.	
	†Tillodontia (§ 275).	
	†Entocasmus? O.	
	Ungulata (§ 275):	
	*†Typotheriidae Pl-D'.	†Elephantidae D'-D.
	*†Protypotheriidae O-Pl.	—
	—	Cervidae Pl.
	*†Toxodontidae Mi-D'.	Camelidae Pl.
	*†Nesodontidae O-Mi.	Dicotylinae D'.
	*†Astrapotheriidae E-O.	—
	*†HomalodontotheriidaeO.	†Rhinocerotidae? D'.
	—	Tapiridae Pl.
	*†Macrauchenidae O D'.	†Equidae Pl-D
	*†Proterotheriidae O-Pl.	
	—	
	*†Pyrotheriidae E.	
	Adratotheriidae? O.	
	Sirenia.	
	Manatidae Mi.	
	†Prorastomidae E. v. Jamaika.	
	Cetacea:	
	Balaenidae Mi.	Ziphiidae.
	Balaenopteridae Mi.	
	Physeteridae Mi.	
	Delphinidae.	
	Platanistidae Mi.	
	†Squalodontidae Mi	

Dasyuridenschicht:	**Edentatenschicht:**	**Felidenschicht:**
	Edentata.	
	Dasypodidae E.	
	—	
	*†Doedicuridae O-D.	
	*†Hoplophoridae O-D.	
	†Glyptodontidae E-D.	
	—	
	†Mylodontidae E-D.	
	†Megalonychidae O-D.	
	†Megatheriidae O-D.	
	—	
	*Bradypodidae O.	
	*Myrmecophagidae O?	
Marsupialia (§ 275).		
*Epanorthidae E.		Didelphyidae Pl.
*†Abderitidae E.		
*†Garzoniidae E.		
†Macropodidae? O.		
—		
*†Borhyaenidae O-Mi?		
†Dasyuridae O.		
*†Microbiotheridae E.		

§ **37.** Suchen wir nun die gefundenen Resultate an den anderen Tierklassen zu prüfen, so werden wir alle die Tierformen, die Beziehungen zu Afrika oder zu Australien zeigen, zu einer der beiden ersten Schichten rechnen müssen, und zwar zur Edentatenschicht, wenn zugleich ein phylogenetischer Zusammenhang mit nordischen Formen zu vermuten ist. Das gilt insbesondere von den **Vögeln**, die nach unseren jetzigen paläontologischen Kenntnissen ausschliesslich in der holarktischen Region sich entwickelt und in ihre Ordnungen differenziert haben und erst am Anfange der Tertiärzeit nach Südamerika gekommen sein können, zum Teil vielleicht auch während der Zwischenzeit, als Südamerika durch Meer von Nordamerika getrennt war, doch kann der Austausch damals nicht gross gewesen sein, sonst wäre der grosse Reichtum Südamerikas an endemischen Familien unerklärlich. Bei dem Mangel an fossilen Resten ist freilich die Verteilung der Vögel ausserordentlich schwierig und die nachfolgende wird sich deshalb wahrscheinlich nicht in allen Punkten aufrecht erhalten lassen. Unter den Sperlingsvögeln rechnen wir zur Edentatenschicht die Familien der Tanagragruppe mit Ausnahme der Fringilliden, sowie der Formicariagruppe. Nordischen Ursprung nimmt Wallace auch für die Mniotiltiden an, da sie im gemässigten Südamerika fehlen, dafür aber im nördlichen Amerika ziemlich häufig sind. Doch wie wir auch wieder bei den Lamas und Pekkaris sehen, aus der jetzigen Verbreitung der Tierformen können wir nur unsichere Schlüsse ziehen. Den Mniotiltiden nächstverwandt sind die Vireoniden, von deren Arten nur 20% auf Nordamerika, dagegen 88% auf Südamerika fallen. Ebenso sind von den Arten der Mniotiltiden zwar

45% in Nordamerika, aber 83% in Südamerika heimisch. Dazu kommt noch die Verwandtschaft der Vireoniden mit den australischen Pachycephaliden, um uns zu dem Schlusse zu führen, dass beide Familien neotropisch sind. Gleiches gilt nach dem bei Australien gesagten von den Hirundiniden. Die Fringilliden sind zwar jetzt in Südamerika sehr reichlich vertreten, doch kommen sie bereits im Oligozän von Colorado vor (Palaeospiza), auch finden sich von den 55 Gattungen, die nach Sclater und Wallace in der Region vorkommen, 27 nur in Zentralamerika, auf den Antillen und auf den Galapagos-Inseln, also in peripheren Gebieten und nach Süden zu wird die Zahl der Gattungen immer spärlicher, indem in Mexiko 33, in Zentralamerika 25, in Columbia, Venezuela und Ecuador 21, in Peru und Bolivia einerseits, Brasilien andererseits je 14, im La Platagebiete 10 und in Chile und Patagonien 5 Gattungen sich finden. Die Familien der Spechtgruppe und der Langflügler sind meistens südlichen Ursprungs mit Ausnahme der Cypseliden und jedenfalls auch der Piciden, von denen miozäne Reste aus Europa bekannt sind. Merkwürdig ist bei den letzteren die Verbreitung von Dryocopus, der in Südamerika und in Nordeuropa und Nordasien vorkommt. Für den nordischen Ursprung der Piciden spricht ihr Fehlen in Australien und Madagaskar und ihre spärliche Vertretung im tropischen Afrika. Unter den südlichen Familien zeigen den südlichen Ursprung am deutlichsten die Megalämiden (Südamerika, Afrika, Indien) und die ihnen verwandten Rhamphastiden. Die Rabenvögel Südamerikas sind meist paläogäisch. Nordisch sind die Strigiden, die bereits im nordamerikanischen Eozän sich finden, dagegen können wir die in den brasilischen Höhlen bereits durch vier Gattungen vertretenen Caprimulgiden als neotropisch ansehen, zumal Südamerika eine sehr differenzierte Gattung in Nyctibius aufweist, die den Rang einer Unterfamilie beansprucht. Wir müssen aber annehmen, dass die Rabenvögel zu den letzten Einwanderern der Edentatenschicht gehörten, da sie keine Beziehungen zu Australien aufweisen, denn dessen Coraciformen weisen alle indische Beziehungen auf. Unter den Kuckucksvögeln haben die Cuculiden in Europa einen zweifelhaften eozänen Vertreter. Trotzdem müssen wir sie als südliche Familie ansehen wegen ihres spärlichen Vorkommens in Nordamerika, und weil ihre neotropischen Gattungen von den altweltlichen beträchtlich abweichen. Die Trogoniden finden sich im Miozän von Allier, doch, wie wir später sehen werden, ist das kein genügender Beweis für ihren nordischen Ursprung, wenn auch die dortigen Reste wirklich der südamerikanischen Gattung Trogon angehören. Wir rechnen deshalb diese Familie wie die Bucconiden der Edentatenschicht zu. Unter den Papageien sind die Psittaciden neotropisch-äthiopisch. Allerdings trennt man von diesen vielfach die südamerikanischen Gattungen als Pioniden ab, doch zeigen einige von diesen Ähnlichkeiten mit den echten Psittaciden, wie Psittacula mit Agapornis. Auch diese Familie ist im europäischen Miozän vertreten, reichlicher in den brasili-

schen Knochenhöhlen ebenso wie die rein neotropischen Conuriden. Wie die Papageien sind auch alle Taubenvögel paläogäisch, 6 Gattungen der Columbiden sind in der Höhlenfauna gefunden worden, in Europa aber gehen sie auch nur bis auf das Miozän zurück. Die australisch-neotropischen Beziehungen dieser Ordnung wurden schon erwähnt. Von den Hühnervögeln sind die Tetraoniden aus dem europäischen obersten Eozän bekannt, in Brasilien seit dem Diluvium, die Phasianiden aus dem nordamerikanischen und europäischen Miozän. Da wir im Miozän keine direkte Verbindung zwischen Europa und Nordamerika mehr annehmen können, so muss auch die zweite Familie nordisch sein. Ihr Vertreter dringt ja auch nur bis Guatemala in die neotropische Region ein. Dagegen sind die Craciden wegen ihrer Verwandtschaft mit den australischen Megapodiden paläogäisch ebenso wie die isoliert stehenden Opisthocomiden. Gleiches gilt von der altertümlichen Ordnung der Steisshühner, die nur aus den brasilischen Höhlen fossil bekannt ist. Unter den Kranichvögeln sind die Ralliden eine sehr alte Familie, die in Nordamerika bis zur Kreidezeit zurückgeht (Telmatornis von New Jersey). Ihre Vertreter in der Edentatenschicht sind die Heliornithiden, von denen eine Gattung in Afrika sich findet. Die echten Ralliden sind dagegen in der Hauptsache erst später nach Südamerika gelangt. Ausserdem ist die Ordnung in Südamerika durch fünf endemische Familien mit nur 6 lebenden Gattungen und 15 Arten vertreten. Dazu kommen noch die fossilen Riesenvögel Patagoniens, von denen Phororhachis und Brontornis den Cariamiden nahestehen, während andere eine besondere Gruppe zu bilden scheinen, die Burckhardt[1]) als Stereornithes geranoidei bezeichnet. Mit diesen neotropischen Kranichsvögeln sind, wie schon erwähnt, die neukaledonischen Rhinochetiden, wie die Mesitiden von Madagaskar nächst verwandt. Unter den Regenpfeifervögeln sind die Scolopaciden in der nordamerikanischen Kreide vertreten, es werden also auch von ihnen schon Arten mit den Edentaten nach Südamerika gekommen sein. Dass gleiches von den Charadriiden gilt, wurde schon früher erwähnt. Auch die anderen kleineren Familien der Ordnung gehören hierher. So stellen die Chionididen einen Zweig der Charadriiden dar, der auf den antarktischen Inseln sich spezialisiert hat und die Thinocoriden einen der Scolopaciden, der im andinen Gebiete sich ausbildete. Die Möven und Sturmvögel sind für unsere Zwecke als kosmopolitische Gruppen wenig brauchbar. Unter den Stossvögeln haben wir die Buteoniden als paläogäische Familie kennen gelernt. Die Sarcorhamphiden und Polyboriden sind vielleicht ebenfalls schon vor dem Pliozän nach Südamerika gelangt, wenn sie auch erst aus den diluvialen Höhlen bekannt sind. Die letzteren zeigen Verwandtschaft zu den afrikanischen Serpentariiden. Auch die Aquiliden müssen wegen Lophotriorchis schon mit den Edentaten nach Süd-

[1]) Burckhardt, Zool. Jahrb. 1902. S. 513. 518.

amerika gekommen sein. Nauclerus (Amerika) ist verwandt mit Elanoides (Afrika). Dazu ist noch die Verbreitung von Spizaëtus (Zentral- und Südamerika, Afrika, Indien, Ceylon, Formosa, Japan, Celebes, Neuguinea) zu erwähnen. Auch Elanus fehlt in Nordamerika, während er in Afrika sich findet. Die anderen Raubvögel scheinen dagegen nordischen Ursprungs, besonders die Accipitriden, die im europäischen Eozän und Oligozän fossil sind. Die Pelekaniden sind ebenfalls nördlich wegen der eozänen Funde von Paris, sowie wegen der Verbreitung von Pelecanus, südlich dagegen die tropischen Familien der Plotiden und Phaëthontiden. Unter den Ardeiden beweist den südlichen Ursprung Tigrisoma (Südamerika, Westafrika), in Europa sind sie erst seit dem Miozän bekannt. Von den Ciconiiden haben wir dasselbe schon nachgewiesen. Von den Plataleiden, die zwischen beiden aber den Störchen besonders nahe stehen, muss dann dasselbe gelten. Diesen werden freilich einige Fragmente aus dem unteroligozänen Pariser Gips und dem gleichalterigen Phosphorit des Quercy zugeschrieben, doch sind diese nach anderen als Numenius-Reste anzusehen. Dagegen finden wir sichere Reste von Ibis erst im französischen Miozän. Die Phoenicopteriden endlich sind aus der nordamerikanischen Kreide bekannt, freilich nur in sehr unvollkommenem Zustande (Graculavus). Für ihre Zugehörigkeit zur Edentatenschicht spricht auch die Verbreitung der jetzt allein noch lebenden Gattung Phoenicopterus, die hauptsächlich Südamerika und Afrika bewohnt. Fossil ist sie auch im europäischen Miozän. Andere Gattungen haben dagegen immer im Norden gelebt. Unter den Gänsevögeln sprechen die tropischen Gattungen Sarkidiornis und Dendrocygna für die Zugehörigkeit der Anatiden zur Edentatenschicht, wenn auch zahlreiche Gattungen wie Anser, Dafila, Chloëphaga, Erismatura, Bernicla, Cygnus, Mareca, Spatula, Mergus, wahrscheinlich auch Anas und Querquedula erst mit den Feliden nach Südamerika kamen. Ebenso gehören vielleicht die vier im gemässigten Südamerika endemischen Gattungen zu dieser jüngeren Schicht. Dagegen sind die riesigen Gastornithiden in Südamerika durch eine tertiäre Gattung Mesembriornis vertreten, wenn wir es bei dieser nicht mit einer selbständigen Abzweigung vom Carinatenstamme zu tun haben. Von den Pinguinen ist Spheniscus in Südafrika und bei Kap Hoorn zu finden, die anderen Gattungen zeigen auch noch australische Beziehungen. Es verbleiben noch die Ratiten. Die den Rheiden zugeschriebene eozäne Gattung Dasornis aus dem Londonton ist ihrer systematischen Stellung nach ganz zweifelhaft. Die Rheiden gehören jedenfalls der Edentatenschicht an und haben sich aus dem Tinamidenstamme herausgebildet, ehe die starken Raubtiere der Felidenschicht eindrangen, in deren Gegenwart wir kaum an die Neuentwickelung des Ratitentypus denken können. Dagegen ist die Verwandtschaft mit den afrikanischen Struthioniden zweifelhaft.

Im folgenden sind die endemischen Familien wieder durch einen Stern bezeichnet.

Edentatenschicht:	**Felidenschicht:**
	Picopasseriformes:
*Caerebidae.	Turdidae.
Mniotiltidae.	Sylviidae.
Vireonidae.	Cinclidae.
Ampelidae.	Troglodytidae.
Hirundinidae.	Certhiidae bis Guatemala.
Icteridae.	Sittidae bis Mexiko.
Tanagridae.	Paridae bis Guatemala.
—	Corvidae.
Tyrannidae.	—
*Oxyrhamphidae.	Fringillidae.
*Pipridae.	—
*Cotingidae.	Motacillidae.
*Phytotomidae.	Alaudidae bis Columbien.
*Dendrocolaptidae.	—
*Formicariidae.	Picidae.
*Pteroptochidae.	—
—	Cypselidae.
Megalaemidae.	Halyciformes.
*Rhamphastidae.	Alcedinidae.
—	
Trochilidae.	
	Coraciformes:
*Todidae.	Strigidae.
*Momotidae.	
*Steatornithidae.	
Caprimulgidae.	
Coccygiformes.	
Cuculidae.	
*Bucconidae.	
Galbulidae.	
Trogonidae.	
Psittaciformes.	
Conuridae.	
Psittacidae.	
(*Pioninae).	
Columbiformes.	
Columbidae.	
	Galliformes:
*Cracidae.	Tetraonidae.
*Opisthocomidae.	Phasianidae.
Crypturi.	
*Tinamidae.	
Gruiformes	
Rallidae (nur z. T.).	
Heliornithidae.	
*Cariamidae.	
*Phororhachitidae.	
*Stereornithes. Geranoidei.	

Edentatenschicht:	**Felidenschicht:**
*Aramidae.	
*Psophiidae.	
*Eurypygidae.	
*Palamedeidae.	
Charadriiformes:	
Scolopacidae (z. T.).	
Chionididae.	
*Thinocoridae.	
Parridae.	
Charadriidae (z. T.).	
Laridae (z. T.).	
Tubinares.	
Procellaridae.	
Ciconiiformes:	
Sarcorhamphidae.	Accipitridae.
Polyboridae.	Falconidae.
Buteonidae.	Pandionidae.
Aquilidae (z. T.).	—
—	
Plotidae.	Pelecanidae.
Phaëthontidae.	Phalacrocoracidae.
—	Sulidae.
Ardeïdae.	—
Plataleïdae.	
Ciconiidae.	
—	
Phoenicopteridae.	
	Podicipitiformes.
	Podicipidae.
Anseriformes.	
Anatidae (nur z. T.).	(Cygninae).
*Mesembriornithidae.	(Erismaturinae).
Aptenodytiformes.	(Merginae).
Spheniscidae.	
Rheornithes.	
*Rheidae.	

Es ergibt sich aus dieser Zusammenstellung ein auffälliger Gegensatz zur australischen Region, indem in dieser die meisten und charakteristischsten Familien erst seit dem Miozän und Pliozän eingewandert sind, während Südamerika seine eigentümliche Vogelfauna schon früher beherbergte und nur wenig neue Familien empfing, als die Verbindung mit Nordamerika zum letztenmal hergestellt wurde. Aus dieser langen Isolierung erklärt sich auch Südamerikas grosser Reichtum an endemischen Familien, zu denen noch viele kommen, die nur in einzelnen Gattungen oder Arten über seine Grenzen hinausgehen, wie die Caereben, Tanagriden, Conuriden.

§ 38. Wenden wir uns nun zu den **Reptilien**, so sind aus der Ordnung der Dinosaurier Reste freilich sehr zweifelhafter Natur aus den Grenzschichten zwischen Kreide und Tertiär bekannt, die vielleicht den Sauropoden zuzuordnen sind. Da die ganze Ordnung eine vorwiegend nördliche mesozoische ist, so könnten wir vermuten, dass wir es hier mit einem Angehörigen der Edentatenschicht zu tun haben. Andererseits sind uns aber aus der Karooformation Südafrikas ebenfalls Dinosaurier bekannt, so dass auch in der mesozoischen Fauna Südamerikas wenigstens vereinzelte Vertreter der Dinosaurier und zwar der Stegosaurier und Theropoden erwartet werden können. Der in Patagonien gefundene Titanosaurus ist gleichzeitig auch aus der Kreide von Ostindien und aus Wealden und Kreide in England bekannt, er dürfte also von Norden her eingewandert sein. In gleichaltrigen Schichten wie Titanosaurus erscheint von den Krokodilen der longirostre Macrorhynchide Hyposaurus, der auch aus der Kreide von New-Yersey bekannt ist. Diesen können wir ebenfalls der Edentatenschicht zurechnen, da die Unterordnung fast ausschliesslich nordischen Ursprungs ist. Von den jetzt noch in Südamerika lebenden Gattungen ist Crocodilus in den Puercoschichten von Neumexiko vertreten, während er jetzt in Nordamerika fehlt. Ältere Funde stammen aus Europa und da auch die älteren brevirostren Krokodile in Europa hauptsächlich sich finden, so können wir annehmen, dass die Gattung nicht vor dem Eozän nach Nordamerika kam und also erst mit den Feliden in Südamerika eindrang. Dafür spricht auch ihre Beschränkung auf das Gebiet nördlich des Amazonenstromes. Gleichzeitig erfolgte nach Ihering die Einwanderung der Alligatoriden, der daraus ihr Fehlen in Chile zu erklären sucht. Auch würde daraus sich erklären, dass sie nicht nach Australien gekommen sind. Jedenfalls haben wir auch in ihnen eine Familie von europäischem Ursprung vor uns, deren Vorfahren die Bernissartiden aus dem Wealden von Belgien und dem Purbeck von Dorset waren. Daraus erklärt sich das Erscheinen der Alligatoriden in Jangtsekiang. Der Familie wird der nur sehr ungenügend bekannte Bottosaurus aus der nordamerikanischen oberen Kreide zugeschrieben, doch da tertiäre Reste bis jetzt nur aus Europa sich fanden, so ist der nordamerikanische Fund noch kein Gegenbeweis für die Zugehörigkeit der Familie zur Felidenschicht. Die Schlangen gehören meist der Edentatenschicht an. Dafür spricht das Fehlen der Typhlopiden in Nordamerika, das beweisen die schon erwähnten transpazifischen Beziehungen der Calamariiden, Oligodontiden, Homalopsiden, Scytaliden, Amblycephaliden, Pythoniden und Elapiden; das beweisen aber auch zahlreiche transatlantische Beziehungen. Es sind zu erwähnen die Colubriden Philodryas, Heterodon, Dromicus (Südamerika, Madagaskar), Herpetodryas (ebenda, China), die Dendrophide Ahaetula (tropisches Südamerika und Afrika), die Dryiophide Dryiophis (tropisches Südamerika, Westafrika), die Dipsadiden Dipsadoboa (ebenda), Leptodeira (Mexiko, tropisches Süd-

amerika, Afrika), Dipsas (tropisches Südamerika, Westafrika, orientalische Region, Neuguinea, Nordaustralien). Unter den Pythoniden sind die Boinen hauptsächlich neotropisch, doch gehören zu ihnen Xiphosoma (Madagaskar), Leptoboa (Mauritius), Pelophilus (Westafrika), Piesigaster (Philippinen), Enygrus (Papua). Von den hier genannten Familien erscheinen erst im europäischen Miozän die Colubriden und die Elapiden. Die Typhlopiden sind in europäischen cenomanen Schichten zu finden, was ihrer Zugehörigkeit zur Edentatenschicht nicht widerspricht, da die Ophidier sich zweifellos im Norden aus den Lacertiliern entwickelt haben. Die Pythoniden sind in der holarktischen Region vom Eozän bis zum Miozän bekannt. Die Familie muss daher schon früh entwickelt gewesen sein. Für ihre Zugehörigkeit zur Edentatenschicht spricht ausser den oben angeführten Verbreitungstatsachen der Jetztzeit der Umstand, dass im Eozän von Wyoming besonders Vertreter der amerikanischen Boinen sich finden, zu denen in Europa nur die miozäne Bothrophis gehört. Die nordischen Pythoniden haben sich dann jedenfalls zu den Eryciden entwickelt, die vom Miozän an sich finden. Die Pythoniden gehören ja auch zu den ursprünglichsten Schlangentypen [1], ebenso wie die Tortriciden, deren fossile Form Scytalophis aus den Phosphoriten des Quercy den Pythoniden noch nahe steht. Bei dieser Familie lässt sich die Zugehörigkeit zu einer Schicht nicht mit Bestimmtheit angeben. Ihr früheres Fehlen in Nordamerika spricht für eine spätere Einwanderung im Gegensatze zu den Pythoniden. Sicherer ist die pliozäne Einwanderung bei den Crotaliden, die im Miozän von Colorado vorkommen. Auf dem Seewege über den Grossen Ozean sind die Hydrophiden nach Panama gekommen. Unter den Eidechsenfamilien Südamerikas ist keine, deren Zugehörigkeit zu den älteren Schichten wir nicht annehmen könnten. Die Gymnophthalmiden könnten allerdings nach dem früher Gesagten von Australien gekommen sein, wo jetzt ihr Hauptgebiet liegt, wahrscheinlicher aber sind sie von Afrika herübergelangt, wie wir im folgenden sehen werden. Afrikanische Beziehungen zeigen uns die Lepidosterniden mit zwei neotropischen und zwei äthiopischen Gattungen, die Zonuriden mit drei vorwiegend zentralamerikanischen, zwei äthiopisch-madagassischen, sechs südafrikanischen und einer endemisch madagassischen Gattung, die äthiopisch-neotropischen Amphisbäniden, die nur noch ins Mittelmeergebiet übergehen, und von denen von der Gattung Anops eine Art südamerikanisch, die andere westafrikanisch ist. Dazu sind noch zu erwähnen die Scinciden Mocoa (Australien, Neuseeland, Borneo, Zentralamerika, Westafrika), Euprepes (Orientalische Region, Malaiische Inseln, Südamerika?, Afrika), Plestiodon (China, Japan, Südamerika, Union, Afrika), die früher angeführten Geckotiden, denen wir noch Peropus (Brasilien, Mauritius, Orientalische Region, Papua) zufügen. Die Iguaniden weisen eine

[1] Gadow, Amphibia and Reptiles, London 1901. p. 586.

isolierte madagassische Art der neotropischen Gattung Oplurus auf. Diese Familie muss ebenfalls sehr alt sein, da sie nicht allein im nordamerikanischen, sondern auch im europäischen Eozän Reste hinterlassen hat und noch im Oligozän, vielleicht sogar im Miozän in Europa vorkam. Hier schliessen sich an sie die nordischen Agamiden an. Von den mit den Zonuriden verwandten Ophisauriden, die deren nördlichen Zweig darstellen, kommen fossile Vertreter hauptsächlich im nordamerikanischen Eozän vor, zweifellose Verwandte der Scinciden dagegen erst im Miozän von Europa. Von den endemischen Familien sind die meisten sehr lokalisiert, die weiter verbreiteten Tejiden sind mit den nordischen Lacertiden verwandt, die nur aus der alten Welt seit dem Eozän bekannt sind. Diese Familie ist die einzige, bei der wir an eine spätere Einwanderung denken können, doch ist auch bei ihr die Zugehörigkeit zur Edentatenschicht möglich. Die lokalisierten Formen dagegen sind meist mit den Zonuriden verwandt, also paläogäisch. Unter den Schildkröten haben wir bereits die Chelydiden als südliche Familie kennen gelernt. Von ihnen kommt Podocnemis in Südamerika und auf Madagaskar vor, die Familie war aber schon im Alttertiär im Norden weit verbreitet. Podocnemis selbst findet sich im Eozän von London und von Indien. Die Gemeinsamkeit der Gattung beweist also für sich allein nichts für eine Verbindung zwischen Südamerika und Afrika. Unter den Chersiden ist das patagonische Vorkommen der Riesenschildkröte Meiolania schon erwähnt. Dazu kommt nach Ihering die afrikanische Testudo sulcata auch in Patagonien vor. Auch diese Familie findet sich im nordischen Alttertiär, wie überhaupt die Schildkröten einen sehr konservativen Typus darstellen. Dagegen sind die Emydiden jedenfalls erst später in die Region gekommen. Denn sie sind in Südamerika spärlich vertreten, tertiäre Reste aber sind in Nordamerika nur durch eine zweifelhafte Gattung (Hybemys) in Wyoming repräsentiert; die Dermatemydiden sind in der Kreide und dem Eozän der Union reichlich vertreten, sie müssen daher schon mit den Edentaten nach Südamerika gekommen sein. Gleiches gilt vielleicht auch von den Cinosterniden, unter denen wir die einzige Artübereinstimmung beider Amerika in Cinosternum leucosternum finden. Dagegen lässt sich über die Einwanderung der Meeresschildkröten, der Cheloniiden und der altertümlichen Dermochelydiden nichts Bestimmtes sagen, doch da die letzteren bereits aus dem europäischen Keuper und beide Familien aus der nordamerikanischen Kreide bekannt sind, so ist ihre Zugehörigkeit zur Edentatenschicht wenigstens wahrscheinlich. Die Reptilien Südamerikas verteilen sich also in folgender Weise auf die einzelnen Schichten, wobei die Familien der Edentatenschicht, die auch im Norden sich selbständig weiterentwickelt haben und fossile Reste aus dem Eozän oder Oligozän aufweisen, mit N. bezeichnet unter Beifügung der in Betracht kommenden Formationen in den früher erklärten Abkürzungen. Mit (N.) sind die Familien bezeichnet, die nordische Parallelfamilien besitzen.

Dasyuridenschicht:	**Edentatenschicht:**	**Felidenschicht:**
	Dinosauria:	
(††Stegosauria).	††Titanosauridae	
(††Theropoda).		
	Crocodilia:	
	††Hyposaurus.	Crocodilidae.
	=Macrorhynchidae.	Alligatoridae.
	Ophidia:	
	Typhlopidae.	Tortricidae.
	Calamariidae.	Crotalidae.
	Oligodontidae.	Hydrophidae (von Australien).
	Colubridae.	
	Homalopsidae.	
	Dendrophidae.	
	Dryiophidae.	
	Dipsadidae.	
	Scytalidae.	
	Amblycephalidae.	
	Pythonidae N.: E.-Mi. (Mi-Rezent).	
	Elapidae.	
	Lacertilia:	
Gymnophthalmidae.	Chirotidae.	
	Amphisbaenidae.	
	Lepidosternidae.	
	*Helodermidae.	
	Tejidae (N. seit E.).	
	Zonuridae (N. seit E.).	
	Chalcidae.	
	*Anadiadae.	
	*Chirocolidae.	
	*Iphisadae.	
	*Cercosauridae.	
	Scincidae (von Australien?).	
	Geckotidae.	
	Iguanidae N.: E.-Mi. (E-Rezent).	
	Testudinata:	
††Rhynchocephalia.	Chelydidae EN.: E.	Emydidae.
††Mesosauridae.	Chersidae N. seit E.	
	*Dermatemydidae N.: E.	
	Chelonidae NE. bis O.	
	Cinosternidae.	
	?Dermatochelydidae N.: E-Rezent.	

Wäre die letztgenannte Familie auch aus der südlichen Trias bekannt, so würden wir sie zur Dasyuridenschicht stellen müssen, zumal in Südafrika Reptilienformen auftreten, die verwandtschaftliche Bezie-

hungen zu den Schildkröten verraten. Überhaupt ist die mesozoische Reptilienfauna Südamerikas sicher viel reicher gewesen, als es nach der obenstehenden Zusammenstellung scheint. Wir haben ja mit der Aufstellung der Dasyuridenschicht, wie der australischen Monotremenschicht über die Grenzen des in diesem Abschnitt zu Behandelnden hinausgegriffen. Mit der mesozoischen Tierwelt werden wir uns erst im nächsten Abschnitt zu beschäftigen haben. Im übrigen sehen wir auch in der Verteilung der Reptilien das konservative Verhalten der neotropischen Fauna seit dem Beginne der Tertiärzeit.

§ 39. Unter den **Amphibien** kommen wiederum in erster Linie die Batrachier in Betracht. Unter diesen gehören die Engystomatiden, Cystignathiden und Hyliden aus schon früher erwähnten Gründen der Edentatenschicht an. Dazu kommen die Dendrobatiden, von denen Dendrobates im nördlichen Südamerika und auf den Antillen sich findet, die beiden anderen Gattungen aber in Madagaskar. Weiter sind zu erwähnen die zungenlosen Pipiden, denen die afrikanischen Dactylethriden entsprechen, sowie die Amphignathodontiden von Ecuador, die Hemiphractiden und Dendrophrynisciden. Auch die Raniden sind wegen ihrer reichen Entwicklung in Afrika und Madagaskar jedenfalls alte Bewohner der Paläogäa, wenn sie auch jetzt in Südamerika ausser Rana nur vier kleine Genera aufzuweisen haben. An ihrer Stelle spielen hier die Cystignathiden und Hyliden die Hauptrolle. Der Felidenschicht gehören dagegen die Pelobatiden an, die nur bis Mexiko gelangt sind und in Afrika ganz fehlen, sowie die Bufoniden, die zwar in Südamerika 44 endemische Arten von Bufo aufweisen, aber keine Beziehungen zu Afrika verraten, dafür aber aus dem europäischen Eozän bis Miozän bekannt sind. Auch die Pelobatiden sind in Europa seit dem Miozän fossil. Die Raniden sind ebenfalls schon im Oligozän des Quercy zu finden. Die Familie muss also in zwei Zweigen existiert haben, selbst die Gattung Rana, wie wir bei der Besprechung von Madagaskar sehen werden. Von den Urodelen sind nur die Plethodontiden durch Spelerpes vertreten, der nur auf den Anden bis Peru vordringt und durch Plethodon, der auch in Argentinien sich findet. Da die Familie sonst ausschliesslich holarktisch ist, rechnen wir sie der Felidenschicht zu. Sehr alte Bewohner der Region sind dagegen die Cäciliiden, die jetzt ausschliesslich tropisch sind und von denen Caecilia in Südamerika, Westafrika und Malabar sich findet. Mehrere Arten sind amphi-atlantisch, so Hypogeophis rostratus (Südamerika, Westafrika) und Herpele squalostoma (Westindien, Afrika)[1]. Die Tiere sind also mindestens der Edentatenschicht zuzurechnen, wenn sie nicht schon vorher in Südamerika waren. Das letztere würden wir annehmen können, wenn die karbonischen Aistopoden tatsächlich nach Häckels Vermutung die Vorfahren der Cäciliiden wären. Jedenfalls waren die alten Amphibien auch in

---

1) Wallace, Island Life. p. 432.

dem Südkontinente entwickelt, wie die Stegocephalenfunde der Karooschichten beweisen, und als deren Nachkommen können wir vielleicht diese Ordnung ansehen, während Urodelen und Anuren im Norden sich entwickelten, die zweiten dann freilich im Süden ihre Hauptdifferentiation erhielten. Die Amphibien verteilen sich also vermutlich in folgender Weise auf die Schichten:

Dasyuridenschicht:	**Edentatenschicht:**	**Felidenschicht:**
	Anura:	
	*Pipidae.	Pelobatidae.
	*Amphignathodontidae.	Bufonidae.
	Hylidae.	
	*Dendrophryniscidae.	
	Dendrobatidae.	
	Engystomatidae.	
	Cystignathidae.	
	Ranidae.	
	*Hemiphractidae.	
Apoda.		Urodela.
Caeciliidae.		Plethodontidae.

§ 40. Von den **Fischen** weisen die Anacanthinen nur wenige Süsswasserbewohner auf. Für Südamerika kommt nur Lucifuga von Kuba in Betracht, der als eine spezielle Anpassung der sonst ausschliesslich marinen Ophidiiden aufzufassen ist. Zahlreicher sind die Süsswasserformen der Acanthopterygier. Bei den Perciden fanden wir transpazifische Beziehungen. Wir fügen hier die marine Gattung Apogon hinzu, die an der Nordküste des Indischen Ozeans, im Mittelmeer und an den Küsten Brasiliens vorkommt. Da sie im Eozän von Italien vorkommt, so hat sie sich jedenfalls an den Küsten des südatlantischen Kontinentes entlang verbreitet. Gleiches scheint bei den Pristipomatiden der Fall zu sein, von denen die einzige atlantische Gattung Haemulon an der Küste des tropischen Amerika vorkommt. Die Spariden, Squamipennes, Trachiniden, Polynemiden, Malacanthiden, marinen Nandiden, Gobiesociden und Mugiliden wurden schon früher erwähnt. Südlich sind jedenfalls auch die neotropisch-endemischen Polycentriden. Dagegen können wir nur spezielle Anpassung bei den Atheriniden und Sciäniden sehen, da deren Süsswassergattungen zugleich marin sind. Die Gobiiden erreichen als Süsswasserfische nur die Antillen und das Orinokogebiet, zeigen aber keine endemisch-amerikanischen Formen, aus diesem Grunde sind sie jedenfalls erst in späterer Zeit nach Amerika gekommen und auch nur als spezielle Anpassung zu betrachten, da selbst dieselben Arten gleichzeitig marin und fluviatil sein können; dies gilt auch von den Süsswassernandiden. Spät sind jedenfalls auch eine Reihe von marinen Familien in die südamerikanischen Gewässer gekommen. So fehlen die Cirrhitiden und Acronuriden im Atlantischen

Ozean, während sie im Pazifischen und Indischen Ozean häufig sind; von den Scorpäniden sind die einzelnen Gattungen auf die einzelnen Ozeane beschränkt, die Fistulariden dagegen fehlen auf der pazifischen Seite Südamerikas, während sie auf der atlantischen häufig sind. Diese Verbreitung erklärt sich, wenn wir annehmen, dass diese Fische erst in diese Gewässer kamen, als durch die Verbindung zwischen Nord- und Südamerika der Atlantische vom Stillen Ozean getrennt war. Alle vier Familien sind bis jetzt nur aus Europa fossil bekannt. Von den Cataphracten dagegen findet sich eine britische Gattung auch in Chile und bei Kamtschatka, muss also schon früher hierher gekommen sein. Gleiches gilt von den Carangiden, von denen einige Arten im Atlantischen und im Grossen Ozean vorkommen. Unter den Pharyngognathen zeigen die Pomacentriden ähnliche Verbreitung wie die Fistulariden, doch ihr Vorkommen im Eozän von Wyoming beweist, dass sie früher weiter verbreitet waren. Die Süsswasserfamilie der Chromiden ist vorwiegend neotropisch, drei Gattungen sind äthiopisch und gehen nordwärts bis Palästina, eine ist in der ceylonesischen Unterregion zu finden. Wir haben sie deshalb der Edentatenschicht zuzurechnen, allerdings nur mit einer Einschränkung. Die Familie kann nicht von Nordamerika eingewandert sein, da zwei Gattungen in der oberen Kreide vom Libanon, eine dritte zweifelhafte ebendaher und aus Westfalen bekannt sind. Die Familie muss sich also in dem Südkontinente an das Süsswasserleben angepasst haben, solange dieser noch Zusammenhang aufwies, zumal die afrikanischen Gattungen auch in Madagaskar sich finden. Sehr zahlreich sind die transatlantischen Beziehungen bei den Physostomen. Unter den Siluriden sind zu nennen von den Proteropteren die Pimelodinen, neotropisch bis auf Pimelodus (Südamerika, Westafrika, Hawaii, Java), fossil im Miozän von Ungarn, und Auchenaspis (trop. Afrika) sowie die Ariinen, von den Stenobranchiern die Doradinen mit elf neotropischen und einer äthiopischen Gattung. Dazu kommen die früher erwähnten Proteropoden, sowie drei endemische Unterfamilien. Mit den Feliden ist dagegen erst Amiurus aus der Bagrinengruppe der Proteropteren nach Südamerika gekommen, der auch nur Guatemala erreicht hat. Die Proteropteren müssen also einen nördlichen Zweig entwickelt haben, für den auch die eozänen Reste von Arius und Verwandten von Pimelodus sprechen, welche letztere in den Wahsatch- und Bridger-Schichten gefunden wurden. Neotropisch-äthiopisch ist weiter die ganze Süsswasserfamilie der Characiniden, von der zwei Unterfamilien beiden Regionen gemeinsam sind, fünf endemisch-neotropisch, drei äthiopisch. Die Haplochitoniden und Symbranchiden zeigen nur Beziehungen zu Australien. Von den Galaxiaden hat man dagegen neuerdings eine Art in Südafrika gefunden [1]. Ebenso sind die Osteoglossiden durch Heterotis in Westafrika und im

[1] F. Steindachner, Ichthyologische Beiträge. Sitzungsberichte der k. Akad. d. Wissenschaften. Wien 1894. Math.-naturw. Klasse. Bd. 103, 1. Abt. S. 460.

oberen Nilgebiet vertreten. Die Cyprinodontiden dagegen gehören trotz ihrer 17 neotropischen Gattungen grösstenteils der Felidenschicht an. So kommt die endemische Gattung Poicilia im Miozän von Oeningen vor, und die meisten Gattungen kommen nur bis Mexiko und Zentralamerika. Andererseits findet sich aber auch eine Cyprinodontidengattung im nordamerikanischen Tertiär und wenigstens Haplochilus (Carolina bis Brasilien, Jamaica, trop. Afrika, Madagaskar, Seychellen, Indien, Java, Japan) ist bereits der Edentatenschicht zuzurechnen. Dagegen erreicht von den Cypriniden nur Sclerognathus Guatemala, diese sind also ebenfalls rein nordisch, wie sie überhaupt in der ganzen Paläogäa fehlen. Die endemischen Gymnotiden sind jedenfalls schon alte Bewohner der Region, sie sind ein paläogäischer Zweig der Muräniden. Bei den Muräniden spricht das Fehlen von Süsswasserformen in Südamerika und im atlantischen Gebiete von Afrika für eine späte Einwanderung, die sich nur bis Zentralamerika und bis zu den Antillen erstreckt hat. Die Familie ist auch nur aus Europa und vom Libanon fossil bekannt. Da bei den Scombresociden, sowie bei den Clupeiden, die von Mexiko bis Peru sich finden, keine Süsswassergattung nicht zugleich marin ist, sehen wir in den hierher gehörenden Süsswasserformen nur spezielle Anpassungen. Gleiches müssen wir unter den Plectognathen von den Gymnodonten annehmen, da die fluviatilen Tetrodontinen auch in den zwischen ihren Kontinentalgebieten befindlichen Meeren leben. Von den Ganoiden erreicht jetzt nur Lepidosteus Nordperu sowie Kuba. Da aus dieser Familie der Ginglymoden ziemlich reiche Reste bereits aus dem Eozän von Neu-Mexiko bekannt sind, so können wir annehmen, dass sie schon mit den Edentaten nach Südamerika gelangte, trotz ihrer jetzigen geringen Verbreitung. Wie sie in Europa verdrängt wurden, konnte ihnen dies auch hier geschehen. In dieser Vermutung werden wir dadurch bestärkt, dass von der nächstverwandten Familie der Rhynchodontiden die Gattung Aspidorhynchus, die in Europa vom oberen Lias bis zur unteren Kreide lebte, auch in der Kreide von Brasilien sich findet. Unter den Dipnoern haben wir im Amazonasgebiete den Lepidosiren, der mit dem afrikanischen Protopterus verwandt ist. Beide Lungenfische stellen zwar jüngere Typen dar als der Ceratodus von Queensland, und haben auch keine fossilen Reste aufzuweisen, trotzdem können wir vielleicht mit Recht Lepidosiren der Dasyuridengruppe zurechnen, zumal Protopterus der Stammform der Dipnoer näher steht[1]). Unter den Selachiern können wir die Myliobatiden und Trygoniden mindestens der Edentatenschicht zurechnen. Von den ersteren kennen wir Apocopodon aus der oberen Kreide von Pernambuco und die lebende Gattung Rhinoptera verbreitet sich von Brasilien über das europäische Mittelmeer nach Ostindien. Von den letzteren finden sich Ellipesurus und Taeniura im Amazonenstrom, letztere Gattung auch im In-

---

[1]) Haeckel, Syst. Phylogenie. Bd. III. S. 264.

dischen Ozean, während sie im Atlantischen Ozeane fehlt, in dessen mittlerem Teile überhaupt die Familie nicht vertreten ist. Die Gattung Taeniura findet sich bereits im Eozän vom Mte. Bolca und von hier dürfte sie an den Küsten des südatlantischen Kontinentes entlang einerseits nach Indien, andererseits nach Brasilien gelangt sein. Die Petromyzontiden der westandinischen Gewässer müssen wir als spezielle Anpassung ansehen, da dieselben Gattungen marin sind. Wir erhalten also die folgende Zusammenstellung, zu der zu bemerken ist, dass die mit m. bezeichneten marinen Familien der Felidenschicht nicht aus Nordamerika gekommen sind, aber doch erst frühestens in der Pliozänzeit das neotropische Gebiet erreichten.

Dasyuridenschicht:	**Edentatenschicht:**	**Felidenschicht:**	**Spezielle Anpassung:**
			Anacanthini.
			Ophidiidae.
	Acanthophrygii:		
	Percidae.	*Cirrhitidae m. (v. Austr.).	Sciaenidae.
	Pristipomatidae m.	Scorpaenidae m.	Gobiidae.
	Sparidae m.	Acronuridae m.	Atherinidae.
	Squamipennes m.	Fistulariidae m.	Nandidae.
	Cataphracti m.		
	Trachinidae m.		
	Polynemidae.		
	Carangidae m.		
	Malacanthidae m.		
	Nandidae m.		
	Polycentridae.		
	Mugilidae.		
	Gobiesocidae m.		
	Pharyngognathi.		
	Chromidae (von Osten).		
	Physostomi:		
	*Siluridae Hypophthalminae.	Siluridae Bagrinae.	Clupeidae (bereits in Kreide)
	Siluridae Pimelodinae.	Cyprinidae.	Scombresocidae.
	Siluridae Ariinae.	Muraenidae.	
	Siluridae Doradinae.		
	Siluridae Hypostomatinae.		
	*Siluridae Aspredininae.		
	*Siluridae Nematogenyinae.		
	*Siluridae Trichomycterinae.		
	*Siluridae Stegophilinae.		
	Characinidae.		
	Haplochitonidae.		
	Galaxiadae.		
	Cyprinodontidae (nur z. T.).		

Dasyuridenschicht:	Edentatenschicht:	Felidenschicht:	Spezielle Anpassung:
	Osteoglossidae. *Gymnotidae. Symbranchidae.		
			Plectognathi. Gymnodontidae.
Sirenoidea. *Lepidosirenidae.	Lepidostei. Ginglymodi. ††Rhynchodontidae.		
	Plagiostomi. Myliobatidae m. Trygonidae.		Hyperoartia. Petromyzontidae.

Dazu kommen noch die zahlreichen rein marinen Fischfamilien, die sich den Schichten nicht einordnen lassen.

§ 41. Wenn wir uns nun zu den Wirbellosen und in erster Linie zu den **Insekten** wenden, so kommt es uns in erster Linie darauf an, die Beziehungen zwischen Südamerika und Afrika zu ermitteln. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, werden wir die schon bei Australien erwähnten Gattungen nur erwähnen, aber nicht ihr Verbreitungsgebiet angeben. Dafür sollen sie aber durch einen Stern (*) gekennzeichnet werden und die in Afrika oder der madagassischen Region vorkommenden durch ein A bezw. M. Sehr häufig sind unter den niederen Tieren die Beziehungen zwischen der amerikanischen Mittelmeerregion und Europa, die auf eine Verbreitung über transatlantische Kontinente schliessen lassen. Wir werden sie hier miterwähnen, wenn auch nicht mit Sicherheit behauptet werden kann, dass die südatlantische Brücke diesen Austausch vermittelt haben muss. Wenden wir uns zunächst den Hymenopteren zu, so sind unter den Camponotiden zu nennen *Plagiolepis (A, M), und *Lasius, die beide nur transpazifische Beziehungen zeigen. Für Plagiolepis tritt in Südamerika Myrmecolachista ein. Unter den Poneriden sind erwähnenswert *Odontomachus (A), *Anochetus (A, M), *Stenomyrmex (neotropisch), *Ectatomma mit *Acanthoponera, Leptogenys (tropisches Amerika, tropisches Afrika, Madagaskar, Mauritius, Indien, Sundainseln, Hawaii), Lobopelta (ebenda, Australien), Platythyrea (Mexiko, Zentralamerika, Guayana, Haiti, Afrika, Indien, Ceylon). Der neotropischen Cylindromyrmex entspricht die madagassische Simopone. Von den Dolichoderiden gehören hierher *Iridomyrmex, *Leptomyrmex, *Azteca, *Dorymyrmex, von den Doryliden *Eciton, nächstverwandt der afrikanischen Anomma. Von den Myrmiciden sind die Cryptocerinen und Attinen typisch neotropisch und von hier erst später weiter ausgebreitet, indem sie zusammen mit den Doryliden den Mississippi erreichten. Alte Bewohner der Region sind auch *Strumigenys, *Daceton, *Rhopalotrix, Acanthognathus, Cyphomyrmex, Apterostigma, Tranopelta (Kolumbien), die mit Carebara (Afrika, Indien) nächstverwandt ist, *Pheidole, *Crematogaster, Pseudomyrma,

sehr nahe verwandt mit Sima (Südafrika, Madagaskar, Indien, Australien), *Cardiocondyla (A, M), die wahrscheinlich von Afrika nach Westindien gelangt ist, Tetramorium (Amerika, Afrika, Madagaskar, Indien, Paläarktische Region, Tonga-Inseln). Von diesem scheinen die Cryptocerinen ausgegangen zu sein, mit denen Meranoplus (Afrika, Madagaskar, Sundainseln, Australien) zusammengehört. Verwandt damit sind auch Pogonomyrmex (Südamerika) und Ocymyrmex (Afrika). Es müssen also alle Ameisenfamilien schon im älteren Tertiär von Südamerika vertreten gewesen sein. Meist waren sie aber wohl damals schon kosmopolitisch, wie das Vorkommen südlicher Gattungen im Bernstein bezw. im europäischen Miozän beweist. Im Bernstein finden sich von den obengenannten Gattungen Plagiolepis, Lasius; Ectatomma; Sima; im Miozän Pheidole und Crematogaster. Es handelt sich also hauptsächlich um die Camponotiden, von denen wir schon bei Australien sahen, dass ihr Hauptverbreitungszentrum nicht die Paläogäa war, und um die Myrmiciden, die ebenfalls in der holarktischen Region noch jetzt stark vertreten sind und wie die vorige Familie bis zum Malm zurückgehen. Wenig zahlreich sind dagegen die fossilen Funde bei den jüngeren drei Familien, und sie fehlen bei den neotropisch-endemischen Unterfamilien der Myrmiciden. Auffällig ist nur das Vorkommen von Ectatomma im Bernstein. Im übrigen weist die Ameisenfauna wesentliche Unterschiede zwischen dem südlich-andinen und dem brasilischen Teile auf. Die Ameisen des ersteren zeigen hauptsächlich polynesisch-australische Verwandtschaft, die letzteren mehr afrikanische, wie Ihering in seiner Monographie über die Ameisen von Rio Grande do Sul nachgewiesen hat. Es deckt sich diese Tatsache mit den Verhältnissen, die wir bei den Säugetieren fanden und erklärt sich durch eine alte Zweiteilung des südamerikanischen Kontinentes. Unter den übrigen Hymenopteren sind zu nennen von den Evaniiden *Aulacus (A., Mittelmeer), Gasteruption (Amerika, Afrika, Mittelmeergebiet, Zentralasien, China, Bengalen, Amboina, Aruinseln, Australien, Tasmanien), Evania (Mexiko und Kuba bis Chile, Südafrika, Mauritius, Abessynien, Mittelmeergebiet, Mitteleuropa, Ostindien, Ceylon, Philippinen, Australien, Tasmanien, Samoa), Trigonalys (Brasilien, Guayana, Mitteleuropa), von den Stephaniden *Stenopasmus (A) und Stephanus (Amerika von New York bis Brasilien, Gabun, Kapland, Schoa, Europa, Westasien, Orientalische Region, Neuguinea), von den Peleciniden *Monomachus, von den Thynniden *Elaphrodera und *Apenesia. Dagegen scheint Leucospis von den Chalkidiern nach ihrer Verbreitung (Ostindien, Mittelmeergebiet, Nordamerika bis Guatemala, Chile, Kapland) erst im Pliozän nach Südamerika gekommen zu sein. Da die Familie nur seit dem Oligozän bekannt ist, so lässt sich nicht entscheiden, ob die entsprechende südamerikanische Gattung Polistomorpha nicht schon früher in die Region gelangt ist. Unmöglich ist das nicht, da im Oligozän nur jetzt lebende Gattungen gefunden wurden, diese also schon ein hohes Alter haben.

Dass von den Lepidopteren die Danaiden und Heliconiden als südliche Familien anzusehen sind, wurde schon erwähnt. Die Verbreitungsrichtung der ersteren ging von Südamerika in der Hauptsache nach Australien und dem malaiischen Archipel. Sie sind der pazifische Zweig im Gegensatz zu den brasilischen Heliconiden. Da wie bei allen Insektengruppen auch bei den Schmetterlingen der Habitus sehr konservativ ist, so dass noch lebende Gattungen bis ins Oligozän zurückgehen, so können wir annehmen, dass auch die endemischen Familien der Brassoliden, Euselasiiden, Eurygoniden und Eryciniden mit den Edentaten ins Land gekommen sind und während des Tertiärs Zeit fanden, sich eigenartig zu entwickeln. Keine dieser Familien ist aus dem nordischen Tertiär bekannt. Die Acräiden sind vorzüglich äthiopisch-neotropisch, fehlen auch nicht in Madagaskar und zeigen transpazifische Beziehungen, wie auch die Morphiden. Die nicht in Südamerika endemischen Nymphalidengattungen sind meist in der holarktischen Region zu finden, wie Apatura, Limenitis, Argynnis und der kosmopolitische Pyrameïs. Diese Gattungen gehören der Felidenschicht an. Dagegen weist Junonia (östliche Tropen, Südamerika, Südunion) auf paläogäische Verbreitung. Ebenso spricht der Reichtum an endemischen Gattungen, 50 von 113, für ein langes Verweilen der Familie im neotropischen Gebiete. Die Gattung Hypanartia verteilt sich auf Südamerika, Afrika und Madagaskar. Unter den Satyriden ist Chionabas (holarktische Region, Chile, Himalaya) ein später Einwanderer, sie zeigen aber auch 25 endemische Gattungen unter 60. Da sich unter ihnen keine Beziehungen zu Afrika zeigen, so sind sie vielleicht erst nach der Ausbildung des südatlantischen Ozeanes nach Südamerika gelangt, jedenfalls aber schon vor dem Pliozän. Die Nemeobiiden stehen den Eryciniden nahe und repräsentieren sechs neotropische und ebensoviel altweltliche Formen, die vermutlich von Afrika aus sich verbreitet haben, wo eine sonst indische Gattung Abisara in Westafrika und Madagaskar vorkommt, also in Gebieten, wo viele alte Formen sich erhielten. Auch hat die Familie nur das Papuagebiet erreicht, wie die Libytheiden, die fast dieselbe Verbreitung zeigen. Die Lycäniden sind holarktisch. Von ihren verbreitetsten Gattungen Lycaena und Polyommatus finden sich aber versprengte Arten in Chile wie in den südlichen Teilen der anderen Südkontinente. Die in erster Linie neotropische Gattung Thecla ist nächst intensiv verbreitet im nearktischen und dann im paläarktischen Gebiete, während sie in Afrika nur 3 Arten aufzuweisen hat, gegen 13, 36 bezw. 370 in den anderen Regionen. Da auch nur drei endemische Gattungen in Südamerika sich finden und alle anderen hier vorkommenden zugleich nearktisch sind, so erscheint es zum mindesten sehr zweifelhaft, dass die Lycäniden vor dem Pliozän nach Südamerika gekommen sein sollten. Dafür spricht höchstens ihr Vorkommen auf Hawaii, Tahiti und den Paumotu-Inseln. Anders liegen die Verhältnisse bei den übrigen drei grossen Falterfamilien. Transatlantische Beziehungen zeigen die

Pieriden Terias, Callydrias (alle vier Tropengebiete nördlich bis Pennsylvanien) und Tachyris (altweltliche Tropen mit einer südamerikanischen Art), die Hesperiden Oxynetra, Leucochitonea, Pardaleodes, die trotz ihrer Artenarmut auf Südamerika und Afrika sich verteilen, transpazifische die Papilioniden. Auch Beziehungen zwischen Südamerika und Europa finden wir bei diesen Familien, die am Anfange der Tertiärzeit weit verbreitet sein mussten, da sie auch im Norden sich selbständig weiter entwickelt haben. In dieser Hinsicht sind zu nennen von den Pieriden Gonepteryx (paläarktisch, neotropisch), von den Hesperiden Erynnis (paläarktisch, Mexiko). Letztere Gattung ist jedenfalls ein später Einwanderer. Unter den Schwärmern ist an erster Stelle die prächtige Familie der Uraniiden zu nennen. Von den Untergattungen von Urania sind nächstverwandt Uranidia von Südamerika und Chrysiridia von Madagaskar. Dazu kommen noch zwei neotropische, eine australische und eine australisch-orientalische Untergattung. Die amphipazifischen Castniiden wurden schon erwähnt, ebenso die transpazifischen Beziehungen der Zygäniden. Unter diesen ist noch die tropische vorzüglich neotropische Gattung Euchromia zu erwähnen. Die Stygiiden verteilen sich auf das paläarktische Gebiet und auf Südamerika, sie sind jedenfalls erst später nach letzterem gekommen. Die anderen Schwärmerfamilien weisen viele Gattungen auf, von denen das gleiche zu gelten scheint, so die Zygäniden Procris, die Ägeriiden Aegeria, die Sphingiden Deilephila, Smerinthus, Sphinx. Damit ist natürlich nicht gesagt, dass diese Familien nicht schon früher Vertreter im Süden gehabt haben sollten. Das erscheint wenigstens bei den Sphingiden ganz unwahrscheinlich, da diese Familie bereits aus dem europäischen Malm bekannt ist. Endlich sei von den Microlepidopteren die Tineïde Setomorpha genannt, die südamerikanisch-afrikanisch ist.

Bei den Dipteren haben wir den bei Australien für die Tipuliden angeführten Beispielen keine weiteren hinzuzufügen. Hier sei nur nochmals auf die Gattungen Gnophomyia und Eriocera hingewiesen, die transatlantische Beziehungen zu Südafrika bez. Madagaskar zeigen.

Unter den Coleopteren finden wir transatlantische Beziehungen bei den Cicindeliden *Megacephala und Peridexia (Südamerika, Madagaskar). Ebenso entspricht der neotropischen Gattung Ctenostoma die madagassische Pogonostoma. Unter den Carabiden sind zu erwähnen *Catascopus, *Coptodera, *Colopodes, *Caasnonia, *Drimostoma, *Selenophorus, *Callida, *Tetragonoderus, Lia (Südamerika, Westafrika), Hypolithus (Südamerika, Afrika, Java), Galerita (Südamerika, Afrika, Indien), Goniotropis, Pachyteles, Alindria (Südamerika, Westafrika). Alte Bewohner sind bei der grossen Konstanz der Carabidengattungen, die zum Teil bis zum Lias zurückgehen, jedenfalls auch die über 100 endemischen neotropischen Gattungen. Dagegen gehören jedenfalls der Felidenschicht an *Trechus, *Dyschirus, *Omaseus, *Steropus, *Platysoma, *Pterostichus, *Dromius, Helluomorpha (Nord- und Südamerika),

von denen keine weiter als bis zum Oligozän zurückgeht. Nach seiner jetzigen Verbreitung könnte man auch Carabus hierherrechnen (holarktische Region, Chile, Kilimandscharo), doch ist bei dem hohen Alter der Gattung, sie lebt seit dem Dogger, möglich, dass sie schon früher nach Südamerika gelangt ist. Zur Erklärung der diskontinuierlichen Verbreitung bedarf es aber keiner langen geologischen Zeit, da seit dem Pliozän die Eiszeit Formen des gemässigten Klimas erlaubt hat, nach der südlich-gemässigten Zone zu gelangen, besonders nach der südamerikanischen, die dann bei wärmerwerdendem Klima isoliert wurden. Übrigens können wir wohl annehmen, dass die ältesten Carabiden nicht erst mit den Edentaten nach Südamerika gekommen sind, nur lässt sich im einzelnen schwer eine Entscheidung treffen, da wir bei beiden älteren Schichten Beziehungen zu Afrika bez. Madagaskar finden. Günstiger lägen die Verhältnisse, wenn wir aus Nordamerika ähnliche reiche Nachrichten über alte Insektenfaunen hätten, wie aus Europa. Auch die Beziehung zwischen Südamerika und Europa finden wir bei Laemosthenes, von dem sogar eine identische Art in Südeuropa und Chile leben soll. Diese würden wir dann wohl der Felidenschicht zuweisen müssen. Unter den kleineren Käferfamilien finden wir transatlantische Beziehungen unter den Menthophiliden bei *Epilissus (A, M), unter den Brenthiden bei Brenthus (Guatemala, Südafrika, Madagaskar), *Trachelizus (M), *Arrhenodes (A), dann bei einer Anzahl afrikanischer und madagassischer Gattungen, die neotropischen nahe stehen, unter den Lymexyloniden bei *Atractocerus (A, M). Dazu kommen die schon früher erwähnten transpazifischen Beziehungen. Von den Buprestiden sind ausser den amphipazifischen Gattungen als alte Bewohner Südamerikas zu nennen Psiloptera (Südamerika, Afrika, Madagaskar, Mittelmeergebiet, Vorderindien, Ceylon) und Actenodes (tropisches Amerika, Mississippibecken, Westafrika). Letztere Gattung ist mit der endemisch-madagassischen Polybothris verwandt. Dagegen haben beide Amerika keine Gattung gemeinsam, die nicht auch sonst weit verbreitet wäre. Als südlich sind dagegen noch zu erwähnen Belionota (Kalifornien, Malaiische Inseln, Afrika), Polycesta (Madagaskar, Amerika, Europa), Acmaeodera (südliche Bezirke der holarktischen Region, Südamerika, Afrika, ?Philippinen), Colobogaster (Südamerika, Westafrika, Japan, Molukken). Dagegen müssen wir Dicerca (Europa, Nordafrika, Union, Andines Gebiet) der Felidenschicht zurechnen, auch findet sich die Gattung im europäischen Miozän. Nordisch ist auch Ptosima (Südeuropa, Union, Südamerika, Nordchina, Philippinen). Wie wir die Familie bei Australien der Monotremenschicht zuwiesen, so hier der Dasyuridenschicht, was auch von den anderen Käferfamilien von jurassischem Alter gilt. Auch bei den Lamellicorniern wollen wir uns begnügen, die transatlantischen Beziehungen an dieser Stelle zu erwähnen. Diese können bei den Lucaniden nicht wesentlich sein, da diese in Afrika verhältnismässig spärlich vertreten sind. Ihre Rolle spielen dort die

Cetoniiden mit 64 endemischen Gattungen. Von ihnen ist Stethodesma auf Mexiko, Südamerika, West- und Südafrika verteilt. Der nächste Verwandte des neotropischen Gymnetis ist die äthiopisch-orientalische Gattung Clinteria. In diese Gruppe gehören auch die südamerikanischen Cotinis und Allorhina. Dagegen ist die endemische Gattung Trigonopeltastes mit dem holarktischen Trichius verwandt, der seit dem Miozän bekannt ist. Diese Gattung gehört daher jedenfalls der Felidenschicht an. Unter den Trogiden ist *Omorgus (A) zu erwähnen. Die Orphniden haben ihre Hauptverbreitung in Südamerika und Afrika, wenn sie auch in die südliche Union, das Mittelmeergebiet und Vorderindien übergreifen. Bei den Hopliden spricht für paläogäischen Ursprung die geringe nördliche Ausdehnung in Nordamerika. Da sie im Miozän von Europa erscheinen, so sind sie hierher jedenfalls über Afrika gelangt und haben seit dieser Zeit auch erst nach Indien sich ausbreiten können, weshalb sie auch nur bis zu den Molukken gelangt sind. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei den Geotrupiden, nur dass diese schon im Oligozän Europas erscheinen und bis Tasmanien gelangt sind. Die Stellung der anderen Lamellicornierfamilien ergibt sich aus dem bei Australien gesagten. Unter den Bockkäfern sind transatlantische Beziehungen wiederum nicht selten. Unter den Prioniden sind zu nennen *Parandra (A), Mallodon (dieselbe Verbreitung), Closterus (Südamerika, Madagaskar, Indien), Monodesmus (Antillen), der nächstverwandt südafrikanischen und indischen Formen ist, während der holarktische Ergates jedenfalls der Felidenschicht zugehört. Unter den Cerambyciden erwähnen wir die neotropischen Gattungen Oeme und Cyrtomerus mit je einer Art in Westafrika, Smodicum (Karolinen, Haiti, Südamerika, Westafrika), Philematium (Südamerika, Afrika, Madagaskar), unter den Lamiiden Spalacopsis (Kuba, Südamerika, tropisches Afrika), *Apomecyna (A, M), Exocentrus (Tropenregionen), Acanthoderes (Südamerika, Westafrika, Europa, Australien). Dagegen sind die Cerambyciden Leptura und Necydalis späte Einwanderer; ebenso wahrscheinlich die Lamiiden Acanthocinus (holarktische Region, Südamerika, Tasmanien), Mesosa (orientalische Region, paläarktisches Gebiet, Amazonenstromgebiet).

Unter den Hemipteren sind zu erwähnen Corizus (Südamerika, Zentralamerika, Mexiko, Galapagos-Inseln, Südafrika, Madagaskar, Ceylon, Java, Mittelmeergebiet, Europa), deren Fehlen in Nordamerika für eine südliche Ausbreitung spricht. Die Hemipteren Südamerikas zeigen nach Scharff Verwandtschaft mit paläarktischen. So bilden Erlacda (Chile), Sisammes (Guatemala), Noualhieria (Kanarische Inseln) und Marmothania (Algier) eine Gruppe; Velia findet sich in Südamerika, Afrika und im Mittelmeergebiete, Brachysteles in Westindien und im Mittelmeergebiete. Von Orthopteren sind zu nennen von den Grylliden *Podoscirtus (M), *Cyrtoxiphus (A, M), Oecanthus (Brasilien, Kapland, Ostafrika, Mittelmeergebiet, orientalische Region bis Timor), die Curtilla-Gruppe von

Gryllotalpa, die in Südamerika und im Kaplande sich findet, von den Conocephaliden *Agroecia (A), von den Phaneropteriden Turpilia (Westindien, Mexiko, Brasilien, Madagaskar), Isophya (Mittelmeergebiet, Südamerika), Odontura (Südeuropa, Patagonien), von den Locustiden Meroncidius (Zentral- und Südamerika, Westafrika), von den Forficuliden Chelidura (Mittelmeergebiet, Madeira, Mexiko). Dazu kommt noch Scudderia (Nordamerika, Mexiko, Peru), die nächstverwandt Corymeta (Mozambique) ist. Die Thysanuren Zentralamerikas endlich zeigen nach Stoll vielfach europäische Züge. Wenn wir im folgenden die besprochenen Insektenfamilien zusammenstellen und auf die einzelnen Schichten zu verteilen suchen, so können wir, wie schon erwähnt aus der Verbreitung der Formen bei den südamerikanischen Familien allein nicht die Zugehörigkeit zu einer der beiden ersten Schichten entscheiden. Wir haben die Familien von wenigstens mesozoischem Alter vorläufig der Dasyuridenschicht zugewiesen. Die Abkürzungen sind dieselben, wie früher.

Dasyuridenschicht:	**Edentatenschicht:**	**Felidenschicht:**
	Hymenoptera.	
Myrmicidae Ma.	Poneridae O.	?Chalcididae O.
Camponotidae Ma.	Dorylidae.	
	Dolichoderidae.	
	Evaniidae O.	
	Stephanidae.	
	Pelecinidae.	
	Thynnidae.	
	Lepidoptera.	
	Danaidae.	?Lycaenidae O.
	Heliconidae.	(Satyridae.)
	Satyridae z. T.	(Nymphalidae.)
	Morphidae.	(Pieridae.)
	*Brassolidae.	(Hesperidae.)
	Acraeidae.	
	Nymphalidae z. T.	
	Libytheidae.	
	Nemeobiidae.	
	*Eurygonidae.	
	Erycinidae.	
	Pieridae O.	
	Papilionidae O.	
	Hesperidae O.	
	—	
?Sphingidae Ma.	Uraniidae.	Stygiidae.
	Castniidae.	?Aegeriidae.
	Zygaenidae O.	
	—	
	Tineïdae O.	
	Diptera.	
	Tipulidae.	

Dasyuridenschicht:	**Edentatenschicht:**	**Felidenschicht:**
	Coleoptera.	
Carabidae K.	Cicindelidae.	(Cicindelidae.)
Elateridae K.	Cleridae O.	(Carabidae.)
Buprestidae K.	Malacodermidae O.	(Buprestidae.)
Aphodiidae L.	Mentophilidae.	(Cetoniidae.)
Dynastidae Ma.	Brenthidae O.	(Lucanidae.)
Cetoniidae Ma.	Lymexylonidae O.	(Prionidae.)
Melolonthidae L.	Copridae O.	(Cerambycidae.)
?Lucanidae E.	Geotrupidae O.	(Lamiidae.)
Lamiidae Ma.	Trogidae Mi.	(Tenebrionidae.)
Cerambycidae L. Ma.	Hybosoridae Mi.	
Prionidae L.	Orphnidae.	
Tenebrionidae K.	Hoplidae Mi.	
	Rutelidae Mi.	
	Glaphyridae.	
	Passalidae.	
	Orthoptera.	
Gryllidae L.	Conocephalidae.	
Locustidae L.	Mantidae O.	
Phaneropteridae Ma.	?Thysanura O.	
?Forficulidae L.		

Unter den **Arachnoidiern** sind von den Araneinen zu erwähnen *Gasteracantha (A, M), *Nephila (A, M), Argiope (Zentral- und Südamerika, Südafrika, Réunion, Philippinen, Celebes, Mittelmeergebiet), Argyrodes (Südamerika, Südafrika, Madagaskar, Réunion, Ceylon, Ostindien, Syrien, Amboina, Samoainseln, Neuseeland). Von Theridium kommt eine Art Th. pulchellum auf den Azoren, Madeira, auf den Kanarischen Inseln, in dem Mittelmeergebiet, auf St. Helena und in Südamerika vor. Dann sind zu erwähnen Steatoda bipunctata (Europa, Südamerika), Pholcus phalangioides, Tegenaria domestica (Europa, Brasilien), Loxosceles rufipes (Mittelmeer, Brasilien). Dagegen scheint der Felidenschicht Tetragnatha anzugehören (Westindien, holarktische Region, Indien, Réunion, Philippinen, Marianen, Celebes, Neuguinea, Australien). Unter den Opilionen findet sich von Cryptostemma die einzige Art C. westermanni am Amazonenstrom und am Kribifluss, eine der auffälligsten Übereinstimmungen zwischen Südamerika und Westafrika. Diese monotype Gattung nimmt unter den Opilionen eine Sonderstellung ein und repräsentiert eine sonst ausgestorbene Gruppe [1]). Rein tropisch sind auch die Gonyleptiden. Auch unter den Skorpionen finden sich ähnliche Verbreitungsgebiete, da sie den tropischen und subtropischen Ländern angehören. Bei ihnen wie bei den Pedipalpen, unter denen *Phrynus (M) zu erwähnen wäre, erlaubt aber das silurische

[1]) Karsch, Über Cryptostemma Guér. als einzigen rezenten Ausläufer der fossilen Arachnoidenordnung der Meridogastra. Berliner entomologische Zeitschrift 1893. pag. 25.

bezw. karbonische Alter der Ordnungen nicht, sie den Schichten der höheren Tiere einzureihen. Von den Pedipalpen sind aber selbst Arten amphi-atlantisch, wie Koenenia mirabilis (Süditalien, Sizilien, Tunis, Texas, Chile). Von den Acariden sind zu nennen *Megistanus (A), Trombidium (holarktische Region, Südamerika, Afrika, Kerguelen-Insel). Bei der zweiten Gattung ist aber auch eine Ausbreitung von der holarktischen Region möglich. Diese ist wahrscheinlich bei Argas (Südwestafrika, Persien, Europa, Nordamerika bis Guatemala), sie ist sicher anzunehmen bei Hoplophora, Uropoda (Europa, Nordamerika, Südamerika), Tetranychus (holarktische Region bis Zentralamerika), Bdella, Ixodes, Rhyncholophus (holarktische Region, Südamerika). Zum Teil fehlen die Acariden in Nordamerika, wie Actineda (paläarktisches Gebiet, Zentral- und Südamerika), Scyphius (paläarktisches Gebiet, Guatemala), Oribata (Sibirien, Europa, Algier, Guatemala bis Paraguay und Brasilien). Besonders auffällig sind die Beziehungen zwischen Mittelamerika und Europa bei Linopodes (Europa, Mittel- und Südamerika) und Nicoletiella (Europa, Guatemala). In einigen Fällen sind selbst die Arten in Europa und Mittelamerika übereinstimmend. Diese auffällige Verbreitung beweist, dass die Acariden eine schon ziemlich alte Ordnung sein müssen, wenn auch die frühesten fossilen Überreste erst im Oligozän gefunden worden sind. Unter den **Myriopoden** erwähnen wir wegen seiner paläogäischen Verbreitung *Siphonophora (M). Dagegen scheint nach seiner Verbreitung nördlichen Ursprungs Polyxenus (holarktische Region, Ceylon, Zentralamerika, Westindien), wenn er auch mit dem monotypen afrikanischen Saroxenus verwandt ist. Unter den **Crustaceen** ist auf *Armadillo (A, M) schon hingewiesen, ebenso auf eine Reihe holarktischer Gattungen, die in Süden isolierte Vertreter besitzen. Weiter findet sich Platyarthrus am Mittelmeer und in Venezuela, Porcellio auch im übrigen Europa. Transatlantische Beziehungen zeigen aber nicht nur die Isopoden, sondern auch die Dekapoden besonders unter den Garnelen. Bei diesen stimmen, wie bei Cryptostemma, zum Teil sogar die Arten in Afrika und Südamerika überein. Als Beispiele sind zu nennen Atya scabra (Zentralamerika, Westindien, Kap Verdesche Inseln, Westafrika), Atya gabonensis (Orinokodelta, Gabun), Palaemon jamaicensis (Südamerika, Zentralamerika, Kalifornien, Westindien, Liberia, Niger, Kongo), Palaemon Olfersi (Westindien, Brasilien, St. Thomas-Insel), sowie mit ähnlicher Verbreitung Remipes cubensis, Calappa marmorata, Callinectes diacanthus. Endlich zeigt auch *Peripatus (A) transatlantische Beziehungen.

§ 43. Wir wenden uns nun zu den **Gastropoden.** Unter den Pulmonaten sind von den Heliciden zu nennen: *Bulimus (St. Helena), *Streptaxis (A, M), Achatina (Hawaii, Antillen, Florida, Afrika, Madagaskar, Indien, Ceylon), Stenogyra (tropisches Amerika, Westafrika, Südafrika, Mittelmeergebiet, Indien, Philippinen), Buliminus (Galapagos-Inseln, Afrika, Madagaskar, Europa, orientalische Region, Australien,

Neuseeland), Glandina (Südamerika, Südunion, Antillen, Zentralafrika, Südeuropa). Neotropisch-paläarktische Beziehungen werden repräsentiert durch Zonites (Südeuropa, Guatemala). Balea (Nord- und Mitteleuropa, Brasilien, Tristan d'Acunha). Die erste Gattung ist schon seit dem Karbon bekannt, ihre Verbreitung kann daher nicht als merkwürdig bezeichnet werden, dagegen fehlen von Balea fossile Überreste überhaupt. Holarktisch dagegen sind die Gattungen Hyalina, Cionella, doch können auch diese schon früher nach Südamerika gelangt sein, da wenigstens die erste bis zum Eozän zurückgeht. Die Oncidiiden sind zur selben Zeit ins Land gekommen wie die Edentaten, aber jedenfalls von Australien her und haben Brasilien erst erreicht, als die südatlantische Brücke zerbrochen war. Dafür spricht ihr Fehlen in Afrika. Gleiches gilt unter den Prosobranchiern von den Aciculiden. Auch die Diplommatiniden, Heliciniden und Auriculiden haben ursprünglich das brasilische Gebiet nicht bewohnt, wo die letzteren jetzt noch fehlen. Dagegen sind bei den Cyclostomiden transatlantische Wanderungen denkbar, wenn sie auch jetzt in Afrika nur im Süden sich finden. Dafür spricht die Verbreitung von Hainesia (Ecuador, Madagaskar, Mauritius), einer Untergattung von Megalomastoma (Westindien, Südamerika, Mauritius, Indien, Malaiische Inseln). Die meisten neotropisch-afrikanischen Gattungen sind aber gleichzeitig australisch, so dass ihr Ausbreitungsweg auch immer in östlicher Richtung von Südafrika über Australien nach Südamerika sich erstreckt haben könnte. Hierher gehören *Cyclophorus (A, M), *Cyclotus (A, M), *Cyclostoma (M), *Otopoma (M) *Hydrocena (A). Übrigens wäre auch bei Hainesia der eben erwähnte Weg nicht ausgeschlossen, da Megalomastoma eine ähnliche Verbreitung zeigt wie die genannten Gattungen. Tudora (Antillen, Algerien) zeigt die schon wiederholt erwähnten neotropisch-europäischen Beziehungen. Die Cerithiiden fehlen in Südamerika fast ganz, nur Mexiko zeigt die Süsswassergattung *Potamides (A, M), die aber trotzdem ihrer Verbreitung nach der Edentatenschicht zuzuteilen ist, und zwar dem brasilisch-afrikanischen Zweige derselben. In Brasilien ist sie wieder verschwunden, ebenso wie die Lemuriden und Hyracoiden. Genau das gleiche gilt auch von den Melaniaden. Erst recht scheinen die Paludiniden und Neritiniden alte neotropische Familien zu sein. Dass von den **Lamellibranchiaten** die chilenischen Najaden australische Verwandtschaft zeigen, wurde schon erwähnt. Hier sei darauf hingewiesen, dass mit den südamerikanischen Gattungen Anodonta und Mycetopus die afrikanischen Iridina bezw. Spatha nahe verwandt sind. Von den Ätheriiden finden sich zwei Gattungen Mülleria und Burtlettia in Südamerika, Aetheria in Afrika. Die erwähnten Molluskenfamilien sind alle den beiden älteren Schichten zuzuteilen. Die Verteilung auf beide lässt sich aber nur sehr schwer durchführen. Wahrscheinlicherweise gehören die Familien von hohem Alter der Dasyuridenschicht an, ja vielleicht fast alle, da die südamerikanischen Mollusken fast gar keine Verwandtschaft zu Nordamerika,

dagegen grosse zu Afrika zeigt. Wir verzichten deshalb auf diese Teilung, fügen aber dafür das geologische Alter der Familien bei, wobei ausser den früheren noch folgende Abkürzungen angewandt sind: Kr. = Kreide, Tr. = Trias, Cb. = Carbon, S. = Silur. Ausserdem unterscheiden wir einen patagonischen und einen brasilischen Zweig.

Dasyuriden-Edentatenschicht:

Patagonischer Zweig.	Pulmonata.	Brasilischer Zweig.
(Limacidae Pl.).	Helicidae Cb.	
Oncidiidae S.		
Limnaeidae L.		
Auriculidae Ma.		
	Prosobranchiata.	
Aciculidae E.	Paludinidae Do.	Cerithiidae Tr.
Diplommatinidae.	Neritinidae Tr.	Melaniadae Ma.
?Cyclostomidae Kr.		
Helicinidae.		
	Lamellibranchiata.	
Nayadidae: Nioea.	Nayadidae: Mycetopus.	Nayadidae: Anodonta.
Nayadidae: Unio.		Aetheriidae.

§ 44. Zum Schlusse liefern wiederum die **Würmer** einige treffende Beispiele für eine transatlantische Verbindung. Unter den Lumbriciden haben wir zu nennen Geogenia (Südamerika, Afrika), *Acanthodrilus (A., M., Kerguelen), Trigaster,(Westindien, Westafrika), Nematogenia (Panama, Lagos), Gordiodrilus (Westindien, Goldküste, Sansibar), ferner die neotropisch-äthiopischen Geoscoliciden, von denen nur einige Arten die orientalische und paläarktische Region erreichen. Die Landblutegel fehlen im tropischen Afrika, trotzdem ist eine frühere Verbindung zwischen dem madagassisch-indisch-australischen *Haemadipsa und dem neotropischen Cylicobdella nicht ausgeschlossen. Unter den Landplanarien können Polycladus (Chile, Brasilien, Guatemala) und Bipalium (Madagaskar, Indien, Ceylon, China, Japan) als vikariierende Gattungen aufgefasst werden, ohne dass ihre engere Verwandtschaft aber gesichert erscheint.

§ 45. Werfen wir noch kurz einen Blick auf die neotropischen **Pflanzen.** Der Beziehungen Südamerikas zu Australien ist schon gedacht worden. Transatlantische Verwandtschaft findet sich einmal ausgeprägt zwischen Brasilien und Westafrika, dann aber auch zwischen Feuerland, Tristan d'Acunha und Kerguelen, die Drude sogar mit dem chilenischen Teil von Patagonien in ein Reich, das antarktische zusammenfasst. Unter den Angiospermenfamilien, die für das tropische Amerika und Afrika charakteristisch sind, nennen wir die Pedalineen mit den Martynieen in Amerika und den Pedalinen in Afrika, die Loasaceen (bes. Amerika), Turneraceen, Passifloraceen, Lobeliaceen,

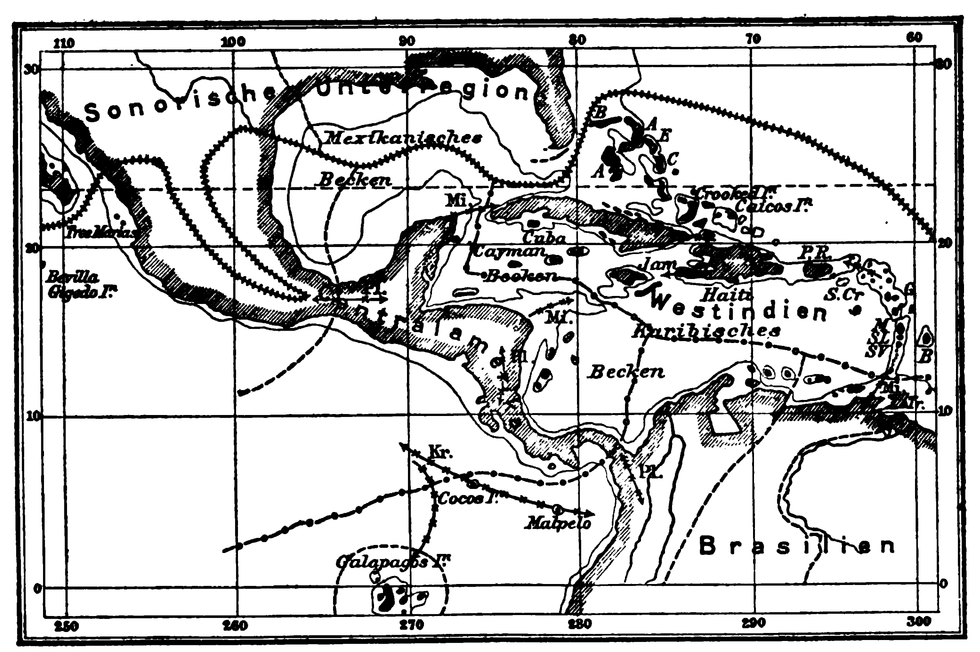
Myrsinaceen, Zygophyllaceen, Ochnaceen, Mesembryanthemaceen usw. Besonders hervorgehoben seien die Loasaceen, von denen nur Kissenia im tropischen Afrika sich findet. Besonders sind es auch hier wieder Süsswasserpflanzen, die auffällige Verwandtschaft zeigen. Von den Podostemaceen (Südamerika, Afrika, Madagaskar, Vorderindien) ist Tristicha äthiopisch-neotropisch, eine Art Tr. hypnoides ist in beiden Regionen zu finden. Gleiches finden wir bei den Pontederiaceen, von denen Heteranthera die Verbreitung von Tristicha besitzt, und die neotropische Eichhornia ebenfalls in einer Art E. natans in beiden Regionen vertreten ist. Auch die Butomaceen zeigen ähnliche Verhältnisse. Wir fügen diesen noch Lemna polyrhiza bei, die ebenfalls beiden Regionen angehört. Auch unter den Palmen ergeben sich einige Beziehungen. Von den Geonomeen sind 7 Gattungen neotropisch, 2 westafrikanisch, 1 indisch, von den Moreninen alle bis auf eine maskarenische neotropisch. Im ganzen zählt Engler[1]) 12 Gattungen auf, die in Südamerika und Afrika wenigstens eine Art gemeinsam haben, 15 neotropische, die selbständige Arten in Afrika oder Madagaskar besitzen und 18, die gleichmässiger auf die beiden Kontinente verteilt sind. Alle diese Gattungen kommen ausser Amerika und Afrika nicht vor. Im übrigen verzichten wir aus den früher angegebenen Gründen auf eine eingehende Vergleichung beider Floren, da die darin vorhandenen Übereinstimmungen ja doch keine zwingende Beweiskraft besitzen. Als rein südlich werden wir im allgemeinen immer die tropischen Familien betrachten können, die höchstens seit dem Miozän in Europa fossile Vertreter besitzen. In der Hauptsache waren die Florenelemente bereits in der älteren Tertiärzeit sehr gemischt, wie, abgesehen von den europäisch-australischen Beziehungen, das Vorkommen von Quercus im südamerikanischen Tertiär beweist, während die Gattung jetzt in der Region fehlt.

§ 46. Beziehungen der Region. Werfen wir nun einen zusammenfassenden Blick auf die betrachteten Einzelheiten, so ergibt sich als ausgeprägteste Tatsache der Geschichte der neotropischen Region die Verbindung derselben mit Afrika und Madagaskar während eines grossen Teiles der mesozoischen Zeit. Auf diesem Kontinente entwickelte sich der Typus der neueren Beuteltiere, hier lebten verschiedene Ordnungen der Reptilien, sowie die Cäciliiden. Reichlich war bereits die Insektenfauna entwickelt und auch die Molluskenwelt nahm damals ihren Charakter an. Während der Kreidezeit trat der Kontinent in Verbindung mit Australien und Nordamerika, spaltete sich aber um diese Zeit in zwei Teile durch einen Meeresarm, der vom Rio de la Plata nordwestwärts sich erstreckte. Über die nordamerikanische Brücke, die jedenfalls nicht an der Stelle des jetzigen Zentralamerika, sondern vielleicht westlicher, möglicherweise auch in der Gegend der Antillen sich befand, wanderten hauptsächlich Placentalier, Vögel, Schlangen und Eidechsen, Frösche,

---

[1]) Engler, Versuch e. Entwickelungsgesch. d. Pflanzenwelt. II, 1882. S. 176—178.

Süsswasserteleostier und zahlreiche Insektenfamilien, während die Molluskenfauna nur unwesentliche Veränderungen erfuhr. Die Verbindung Brasiliens mit Afrika, Patagoniens mit Australien löste sich, und die bisher getrennten Teile vereinigten sich wieder zu einem Ganzen, das während der Tertiärzeit eine reiche endemische Fauna entwickelte, die auch eine ziemliche Widerstandsfähigkeit besass, als die nordischen Tiere im Pliozän einbrachen. Denn wenn auch die grossen Ungulaten und Edentaten aus Südamerika entschwanden, so bewahrte doch trotzdem der Kontinent seinen fremdartigen Faunencharakter in hohem Masse. Der



Karte 3 *Centralamerika* 1:50'000 000.

1000 m. Isobath. — Grenzen von Regionen — Hauptwanderungslinien. — Grenzen von Unterregionen. — Grenzen von Provinzen.

schwierigste Punkt in der biogeographischen Entwickelungsgeschichte Südamerikas ist die Herkunft seiner alttertiären Tierwelt, deren nordamerikanischer Ursprung schon von Ameghino behauptet, von anderen aber lebhaft bekämpft wurde, u. a. von Ihering, der die Verschiedenheit der nordamerikanischen und der südamerikanischen Mollusken ins Feld führte. Doch beweist gerade dieser Einwurf nichts. Tatsache ist doch, dass die Eigenart der südamerikanischen Molluskenfauna nicht gelitten hat, trotzdem seit dem Pliozän ein beständiger Austausch ermöglicht ist. Das ist in der Kreidezeit zweifellos nicht anders gewesen. Auch damals kann so gut wie jetzt eine Landverbindung bestanden haben, ohne dass eine Mischung der Mollusken eintrat. Die ist in unserem

Falle um so eher anzunehmen, als wir die Verbindung mit Nordamerika nicht als eine gleichmässig andauernde anzusehen haben, vielmehr ist sie jedenfalls mehrfach unterbrochen worden, und die mit nur geringer Migrationsfähigkeit ausgestatteten Mollusken hatten nicht Zeit, die Brücke zu einem nennenswerten Austausch zu benützen. Die weitgehende Übereinstimmung Afrikas und Südamerikas setzt auch eine lange Zeit der Verbindung voraus, was auch von Patagonien und Australien gilt. Ebenso scheint die Trennung zwischen Brasilien und Patagonien länger gedauert zu haben, als die Verbindung mit Nordamerika. Die Isolierung beider Teile kann bis in den Anfang der Eozänzeit gedauert haben, so dass auch die Mollusken hinreichend Zeit gefunden haben, sich in beiden Gebieten zu spezialisieren. Auffällig sind bei Südamerika die direkten Beziehungen zu Europa, die jedenfalls verschieden gedeutet werden müssen. Bei Übereinstimmung von Tierformen des Mittelmeergebietes mit Westindien und Zentralamerika oder mit Südamerika denken wir am besten an eine Verbreitung am Nordrande des südatlantischen Kontinentes. Finden wir dagegen die paläarktischen Formen im mittleren oder nördlichen Europa, so ist die Verbreitung jedenfalls entweder transatlantisch oder auf dem Umwege über Nordasien, in beiden Fällen über Nordamerika erfolgt, je nach der Zeit, in der die Ausbreitung stattfand. Das Fehlen in Nordamerika kann einmal zufällig sein, da es sich meist um zarte und kleine Tiere handelt, die bisher übersehen worden sein könnten, dann aber ist natürlich hier ebenso gut der Fall denkbar, dass die lokalen Verbindungsglieder ausgestorben bezw. ausgewandert sind, genau so wie zwischen Solenodon und den Centetiden oder zwischen den neotropischen und den indischen Tapiren.

§ **47. Unterregionen.** Über die Zerlegung Südamerikas in Unterregionen und deren Abgrenzung braucht nichts weiter gesagt zu werden, die üblichen Wallaceschen Abteilungen haben sich zur Genüge bewährt, so dass sie wenigstens in der Hauptsache allgemein anerkannt worden sind. Wir haben schon oben gesehen, dass die Zerlegung des eigentlichen Kontinentes in zwei Unterregionen auch einen erdgeschichtlichen Grund hat. Die erste derselben bezeichnen wir nach dem Kernlande derselben als patagonische. Über die Beziehung dieses Gebietes zu Australien und seine Trennung von Brasilien ist schon zur Genüge geredet worden. Die Unterregion wird von Kobelt in drei Abteilungen zerlegt. Eine Zweiteilung ist nach Ihering insofern zu rechtfertigen, als die Cordilleren im Süden für die Mollusken und auch für manche andere Tierformen eine scharfe biogeographische Grenze bilden, so für Alligatoren, Schildkröten, Fische und Süsswasserkrabben. Natürlich kommen hauptsächlich Tiere der Felidenschicht in Betracht, aber auch bei älteren Formen finden wir diese Scheide wie bei den Chelydiden, den Characiniden und anderen. Zum Teil wird diese Tatsache durch klimatische Gründe sich erklären lassen. Ihering nimmt dagegen an, dass der südliche Teil der Anden sich früher erhoben habe,

als der nördliche und den später kommenden Tieren den Weg nach Chile versperrt habe. Dieser Grund scheint mir aber nur bei einigen Formen treffend. Bei allen älteren Formen dagegen ist er nicht wahrscheinlich, soweit sie nicht dem brasilisch-afrikanischen Zweige der paläogäischen Fauna angehören. Endemisch sind in der Unterregion die (Cameliden), Lagostomiden, die Phytotomiden, Chionididen, Thinocoriden, (Sphenisciden), die (Trachiniden), (Haplochitoniden), (Galaxiaden). Die in Brasilien vorkommenden Familien reichen sehr verschieden weit nach Süden, wie das durch die verschiedene Migrationsfähigkeit und durch den verschiedenen Grad der Beeinflussung durch Wärme und Feuchtigkeit erklärlich ist. Die Unterregion muss übrigens während der Tertiärzeit einen ganz anderen Anblick gewährt haben als jetzt, da die Säugetierfauna eher ein reich bewaldetes als ein mit Grasfluren und Steppen bedecktes Gebiet erwarten lässt. Zu der Unterregion sind eine Reihe isolierter Inselgruppen zu rechnen, die noch einer besonderen Erwähnung bedürfen. Die bedeutendsten unter diesen sind die Falkland-Inseln. Die Säugetierfauna derselben besteht aus einem wolfsähnlichen Hunde Pseudalopex, der auch in Patagonien vorkommt, und aus einer Maus aus der Familie der Cricetiden, also aus Angehörigen der Felidenschicht. Die Säugetierfauna der Inseln erinnert übrigens sehr lebhaft an die Plazentalier Australiens. Unter den Sperlingsvögeln sind beide Schichten vertreten, die Edentatenschicht durch Icteriden, Tyranniden und Dendrocolaptiden, die Felidenschicht durch Fringilliden. Dazu kommen Raubvögel und zahlreiche Wasservögel. Reptilien, selbst Schildkröten fehlen vollständig, ebenso Amphibien und Süsswasserfische bis auf die Haplochitoniden. Auch erreicht die Inseln keine der besprochenen Lepidopterenfamilien, dagegen finden sich auf ihnen Carabiden, Aphodiiden, Topriden, Tenebrioniden, sowie Heliciden, die wir alle bis auf die Copriden der Dasyuridenschicht zuzählten. Daraus ergibt sich, dass die Falkland-Inseln noch in der Mitte der mesozoischen Zeit mit Südamerika in Verbindung gestanden haben mögen, so dass Angehörige der alten Fauna hierher gelangen konnten, wahrscheinlich von Südpatagonien aus, mit dem die Inseln den Carabiden Migadops gemeinsam haben. Spätestens am Anfange der Kreidezeit, wenn nicht schon im Jura, nachdem die Haplochitoniden die Inseln erreicht hatten, zerriss diese Verbindung und von den Angehörigen der Edentaten- und der Felidenschicht konnten nur flugfähige Formen die Inseln erreichen. Wir müssen annehmen, dass seitdem die Falkland-Inseln nie wieder mit dem Festlande in Verbindung gestanden haben, von dem sie ja auch in ihrem geologischen Bau sich unterscheiden. Dagegen hat das Land sich ihnen offenbar später einmal beträchtlich genähert, und zwar muss das nach dem Miozän der Fall gewesen sein, so dass die beiden Säugetiere hinüber gelangen konnten. Bei der Maus erscheint das leicht erklärlich, haben wir doch bei den Muriden auch gelegentlich der Besprechung Australiens die Trifttheorie angezogen. Nach den jetzigen Strömungsverhält-

nissen könnte diese Maus nur von Feuerland gekommen sein, wo sie jetzt noch lebt. Natürlich könnte früher die Falklandströmung gefehlt haben, wenn z. B. der Gebirgszug über Staaten I. weiter nach Osten reichte. Doch da auch Pseudalopex hier vorkommt, so haben wir keinen zwingenden Grund, dies anzunehmen. Die trennende Meeresstrasse war jedenfalls sehr schmal, so dass sie auch von dem Wolfe überschritten werden konnte, wenn dieser nicht auf Treibeis hinüber gelangte, doch muss sie sich bald verbreitert haben, so dass die später nach Südamerika kommenden Feliden, trotz ihrer Tüchtigkeit im Schwimmen, nicht mehr die Insel erreichten. Noch spärlicher ist das organische Leben auf Südgeorgien und den anderen Inseln, die den Feuerland-Grahamlandbogen bilden. Hier finden wir hauptsächlich Pinguine, auf Südgeorgien auch noch einen Regenpfeifer. Auf eine frühere Verbindung der Inseln mit dem Festlande können wir aber aus ihrer Tierwelt nicht schliessen. Tristan d'Acunha liegt zwar näher an Afrika, aber doch rechnen wir es der neotropischen Region zu im Gegensatz zu Wallace, da die einzigen Landschnecken der Insel der Gattung Balea zugehören, einer Helicide, die sonst nur in Brasilien und in Mittel- und Nordeuropa sich findet. Da die Familie der Dasyuridenschicht zugerechnet wurde, so können wir in den beiden Arten dieser Gattung den letzten Rest der Fauna des Südkontinentes sehen, der auf der vulkanischen Insel sich erhielt. Die Isolation ist jedenfalls auch schon früh erfolgt, merkwürdig ist aber, dass die Landvögel meist nordischen Familien angehören; meistens weisen diese auf Afrika hin, dem die früher grössere Insel vielleicht noch im jüngsten Tertiär sich mehr näherte als jetzt, eine Gattung Nesospiza dagegen soll südamerikanischen Formen gleichen. Auch unter den endemischen Pflanzen findet sich eine südafrikanische Form, die Rhamnee Phylica arborea[1]). Etwas näheres lässt sich vorläufig über die Geschichte der Insel nicht sagen. Wie Tristan d'Acunha einen Rest des südatlantischen Kontinentes darstellt, so die Juan Fernandez-Gruppe einen des südpazifischen, und zwar nicht wegen der hier vorkommenden chilenischen Vögel, Tyranniden, Trochiliden und Dendrocolaptiden, also alle der Edentatenschicht angehörend, sondern wegen der sieben hier vorkommenden Landschneckengattungen, die ebenfalls alle chilenisch sind. Unter diesen befindet sich die amphipazifische Helicide Cionella und die kosmopolitische Succinea. Da alle Arten dieser Gattungen endemisch sind, so mag die Abtrennung ziemlich früh erfolgt sein, aber doch nicht früher, als dass nicht Angehörige der Edentatenschicht, wie die genannten Vögel, bequem hätten nach den Inseln gelangen können, denen später nur einige Raubvögel nachfolgten. Die Insekten der Inseln mögen dagegen zu sehr verschiedenen Zeiten dieselben erreicht haben.

Die zweite Unterregion bezeichnen wir als die brasilische. Diese

---

1) Drude, Pflanzengeographie. S. 470.

bildete beim Zerfalle des südatlantischen Kontinentes im Tertiär mindestens zwei durch das Amazonasbecken getrennte Gebiete, Brasilien und Guayana, die deshalb in ihrer Molluskenfauna genügend grosse Unterschiede aufweisen, um Kobelt zu veranlassen, in ihnen zwei selbständige Reiche zu sehen. Ein drittes Stück bildete vielleicht Kolumbien, durch ein Llanosmeer von Guayana abgetrennt. Die endemischen Familien dieser Unterregion sind die Hapaliden, (Süsswasserdelphiniden), die Steathornithiden, Opisthocomiden, Psophiiden, die (Tortriciden), (Oligodontiden), Anadiaden, Chirocoliden, Iphisaden, Cercosauriden, (Chelydiden), die Pipiden, Hemiphractiden, Dendrophryniscíden, Amphignathodontiden, die Nandiden, Polycentriden, (Sciäniden), (Mugiliden), (Osteoglossiden), Gymnotiden, (Symbranchiden), Lepidosireniden, (Trygoniden), die Nemeobiiden, (Glaphyriden), die (Diplommatiniden). Der Zusammenschluss der getrennten Stücke erfolgte im Lauf des Tertiär durch den Sedimentationsprozess der grossen Ströme. Möglicherweise floss an Stelle des Amazonenstromes ein Strom von Ost nach West und mündete bei Guayaguil wie Katzer[1]) es annimmt. Er wäre dann aus dem Innern des südatlantischen Kontinentes herausgekommen. Erst die Hebung der Cordilleren kehrte die Strömungsrichtung um. Dass Guayana und Brasilien tatsächlich getrennt waren, und zwar durch Einsinken der dazwischen befindlichen Scholle, das erkennen wir aus der Tatsache, dass die meisten Nebenflüsse des Amazonenstromes unfertige, durch Stromschnellen gestörte Stromläufe besitzen. Von den drei Teilen hat sich jedenfalls zuerst der kolumbische mit dem patagonischen Gebiete durch die Erhebung der Kordilleren verbunden, dann muss aber sehr bald auch die Vereinigung zwischen Brasilien und Patagonien erfolgt sein, am längsten isoliert blieb jedenfalls Guayana, wo unter anderen die altertümliche Anurenfamilie der Pipiden sich erhielt. Unter den zur Unterregion zu rechnenden Inseln wenden wir uns zunächst den Galapagos-Inseln zu, einer Gruppe über deren ozeanischen oder kontinentalen Charakter ein erbitterter Streit geführt worden ist. Für den letzteren ist unter anderen Baur[2]) aufgetreten, der die Inseln mit Zentralamerika zusammen bringt. Die Säugetiere werden nur durch jedenfalls eingeführte Mäuse repräsentiert. Von Vögeln sind, abgesehen von Wasser- und Raubvögeln, vertreten Turdiden, Mniotiliden, Caerebiden, Hirundiniden, Fringilliden (drei Gattungen), Icteriden, Tyranniden (zwei Gattungen) und Columbiden, also meist Angehörige der Edentatenschicht. Wichtiger sind für uns die Reptilien. Von Schlangen finden sich nur

---

[1]) Katzer, Grundzüge der Geologie des unteren Amazonasgebietes. Leipzig 1903

[2]) Baur, Das Variieren der Eidechsengattung Tropidurus auf den Galapagos und Bemerkungen über den Ursprung der Inselgruppe. Biologisches Zentralblatt. 10. Bd. 1890.

Baur, New observations on the origin of the Galapagos Islands, with remarks on the geological age of the Pacific Ocean. The American Naturalist. V. 31. 1897. p. 661—680, 864—896.

die Colubriden in zwei Arten, von denen eine kaum verschieden von einer chilenischen ist. Die Eidechsen sind durch Geckotiden und Iguaniden vertreten. Zu den letzteren gehört die Meereidechse Amblyrhynchus = Oreocephalus. Diese, wie die verwandte Conolophus weichen ziemlich beträchtlich von den übrigen Iguaniden ab, während die dritte Iguanidengattung eine auch auf dem Festlande vorkommende ist, ebenso wie der Geckotid Phyllodactylus. Unter den Schildkröten sind drei Testudoarten zu erwähnen, die durch ihre gewaltige Grösse sich auszeichnen. Ähnliche Riesenschildkröten finden sich auf den Maskarenen, die aber in ihrer Struktur von denen der Galapagosinseln abweichen, so dass zwischen beiden keine direkte Verbindung besteht. Die Riesenformen haben sich jedenfalls erst auf den Inseln entwickelt, wo sie vor feindlichen Nachstellungen geschützt waren, in ähnlicher Weise wie wir dies auch beim Ratitentypus beobachten. Amphibien und Süsswasserfische fehlen gänzlich auf den Galapagosinseln. Reichlicher ist die Insektenfauna, doch fehlen viele in Südamerika vertretene Lepidopteren- und Coleopterenfamilien. Von den besprochenen Familien finden sich die Lycäniden, sowie die Carabiden, Dynastiden, Copriden, Cerambyciden und Tenebrioniden. Endlich finden sich auch Heliciden auf den Inseln, von denen eine Gattung Bulimulus neotropisch ist, während Buliminus in Südamerika fehlt, dagegen z. B. in Australien und auf Neuseeland vorkommt. Die Reptilien und Mollusken sprechen deutlich für den ehemaligen Zusammenhang der Inseln mit dem Festlande, freilich vor sehr langer Zeit. Seit dem Ende der Kreideformation etwa müssen die Inseln isoliert sein, da keine Säugetiere sie erreichten, auch haben sie vorher jedenfalls nur zeitweise in Verbindung mit dem Festlande gestanden, da auch von der Dasyuridenfauna nur wenig Formen auf sie übergegangen sind. Keinesfalls können wir annehmen, dass sie einen Teil der kretazeischen Landbrücke bildeten, die den Austausch nearktischer und neotropischer Formen und die Ausbreitung beider in der Richtung auf Hawaii gestattete. Wir werden diese jedenfalls zwischen den Galapagosinseln und Zentralamerika, also etwa über die Cocosinsel führend annehmen müssen. Damit ist nicht gesagt, dass unsere Inselgruppe nicht von dieser Brücke aus seine Tierwelt erhalten hat, vielmehr würde das gerade die spärliche Auswahl erklären, da auf dem jugendlichen Verbindungslande natürlich keine so reichhaltige Fauna anzunehmen ist, wie innerhalb des alten, lange isolierten Kontinentes. Bemerkt sei noch, dass auch die Flora der Galapagosinseln grosse Verwandtschaft zu mexikanischen und zentralamerikanischen Formen zeigt, dass aber die Kompositengattung Lipochaeta ausser auf den Inseln nur auf Hawaii sich findet, wenn sie auch amerikanische Verwandtschaft besitzt. Diese Tatsache ist sehr erklärlich, wenn wir bedenken, dass die Blütenpflanzen mindestens mit den Edentaten nach Südamerika gelangten. Auf der anderen Seite des Kontinentes sehen wir in Fernando Noronha mit Ihering ebenfalls einen alten Festlandsrest.

Wir kommen nun zur dritten Unterregion, der von Zentralamerika, vielleicht dem jüngsten Teile der neotropischen Region. Endemische Familien sind die Helodermiden, (Chirotiden). Dazu kommen mehrere Familien, die von der nearktischen Region nur bis hierher vorgedrungen sind, wie die Geomyiden, die Certhiiden, Sittiden, Pariden, Phasianiden, die Pelobatiden, Proteiden, die Cypriniden. Die Verbindung zwischen beiden Amerika ist von Süd nach Nord erfolgt. Jedenfalls bildeten sich zunächst eine Reihe von Inseln, die zunächst mit Südamerika vereinigt wurden und daher neotropische Fauna aufweisen. Erst zuletzt wurde an der Landenge von Tehuantepec die Verbindung mit Nordamerika hergestellt und nordischen Landtieren das Eindringen ermöglicht. Die Vögel waren jedenfalls schon vorher nach Yukatan, Guatemala, Nicaragua, Costarika gekommen, und infolgedessen zeigt diese Klasse eine besonders grosse Anzahl endemischer Gattungen mit zum Teil sehr beschränktem Areal; während wir diesen Fall unter den Säugetieren nur bei den Cricetiden finden, die wie schon mehrfach erwähnt, leichter trennende Meeresarme überschreiten als andere Säugetiere. Vor dem Pliozän hat an Stelle Zentralamerikas jedenfalls überhaupt kein Land existiert, es bildete sich erst bei der Faltung des Antillenbogens, dessen Virgationen die jetzige Landbrücke quer durchziehen. Auch zu dieser Unterregion gehören Inseln. Die Tres Marias haben sicher erst spät vom Festlande sich abgetrennt, da Procyon, Lepus und Didelphys auf ihnen sich finden, also Angehörige der Felidenschicht. Dazu kommen noch zahlreiche Schlangen und Eidechsen. Dagegen sind die Landtiere auf den neuerdings angeblich verschwundenen Revilla-Gigedo-Inseln sehr spärlich. Zu nennen sind die Helicide Orthalicus und die nordmexikanische Iguanide Uta. Die Vogelfauna weist beide Schichten auf. Die Fauna ist wie es scheint erst spät auf die Inseln gekommen, sodass wir in diesen kaum einen Rest des Landes sehen können, wenn auch die kretazeische Landbrücke in dieser Gegend sich befunden haben mag. Sie ist jedenfalls ganz untergetaucht und erst später haben die vulkanischen Inseln sich erhoben (vergl. Karte 3).

Die vierte Unterregion wird durch Westindien gebildet. Die endemischen Familien sind die Solenodontiden, die Todiden. In ihrer Vogelfauna zeigt die Unterregion die engsten Beziehungen zur zentralamerikanischen, so dass mit Ausnahme der Todiden, die aber durch die Momotiden vertreten sind, keine Vogelfamilie von Westindien dort fehlt. Wir können daraus schliessen, dass die Inseln besonders leicht von Zentralamerika zu erreichen waren, also vielleicht nach dieser Richtung hin ausgedehnter waren. Das ist auch ganz wahrscheinlich, da, wie wir schon erwähnten, beide Regionen Teile eines Faltengebirges sind, und die Lücke zwischen Antillen und Festland noch jetzt durch Bänke und Untiefen verkleinert wird. Anders liegen aber die Verhältnisse bei den eigentlichen Landtieren. Westindien hat mit Südamerika folgende in Zentralamerika fehlende Familien gemeinsam: die Octodontiden, die

Amphisbäniden, Gymnophthalmiden, die Dendrobatiden, die Gobiiden; dagegen giebt es unter diesen keine nur den beiden nördlichen Unterregionen gemeinsame Familie. Wir müssen daraus den Schluss ziehen, dass Westindien seine Landfauna von Südamerika, von dem Guayanagebiete her erhielt. Wie wir schon oben erwähnten, war dieses lange isoliert, und in ihm konnten sich daher am ersten altertümliche Formen wie Solenodon erhalten, bis sie später beim Eindringen der höheren Fauna auch hier verschwanden, um nur auf Kuba und Haïti erhalten zu bleiben. Ebenso erklärt diese Tatsache das Fehlen sonst weitverbreiteter neotropischer Formen, wie der Cebiden. Die Landsäugetiere werden hauptsächlich durch südamerikanische Nager vertreten und zwar auch auf den grösseren der kleinen Antillen. Der Felidenschicht gehört von ihnen nur Hesperomys von Haïti und Martinique an, die wie an anderen Erdstellen auch hier über trennende Meeresstrassen ins Land gekommen sein kann. Unter den Reptilien finden sich fast nur solche der älteren Schichten, wie die Typhlopiden, Calamariiden, Colubriden, Dendrophiden, Pythoniden; Amphisbäniden, Gymnophthalmiden, Scinciden, Geckotiden, Iguaniden. Dagegen fehlen bez. sind nur eingeführt die Crotaliden. Die Felidenschicht ist nur auf den grossen Antillen durch die Crocodiliden vertreten, die leicht schmale Meeresarme überschreiten konnten. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei den Amphibien, unter denen von der Edentatenschicht die Cystignathiden, Raniden, Dendrobatiden und Hyliden, von der Felidenschicht die Bufoniden vorkommen. Die Süsswasserfische weisen keinen Vertreter der Felidenschicht auf, gleiches gilt auch von den reich entwickelten Landmollusken. Wir können also annehmen, dass der Zug der Antillen mit Guayana längere Zeit in Verbindung gestanden hat, etwa während der Miozänzeit. Die Fauna des noch isolierten Guayanagebietes konnte wenigstens zum Teil einwandern. Am Ende der Miozänzeit, wahrscheinlich noch ehe Guayana mit dem übrigen Kontinent wieder verwuchs, löste Westindien sich los und zerfiel in einzelne Inseln, die zeitweise mit den zentralamerikanischen Inseln vereinigt gewesen sein mögen. Dafür spricht das auf die beiden Unterregionen beschränkte Vorkommen einiger Gattungen wie der Pythoniden Chilabothrus und Ungalia, der Iguanide Cyclura, der Helicide Cylindrella. Während dieser Zeit kamen auch die neotropischen Vögel grösstenteils ins Land. Noch ehe die Landenge von Tehuantepec sich erhob, wurde aber diese Verbindung gelöst, und von nordamerikanischen Formen konnten daher nur flugfähige nach den Inseln gelangen. Durch Triften konnten kleine Tiere nach den Strömungsrichtungen nur auf dem Umwege über Südamerika nach den Antillen gelangen, daher fehlt Hesperomys auf Kuba und Jamaica, die sie doch von Zentralamerika aus zuerst hätte erreichen müssen. Der hystricomorphe Nager Amblyrhiza von Anguilla gehört jedenfalls der alten Fauna an, schwer erklärt sich dagegen das Vorkommen von Megalonyx auf Kuba. Eine Landverbindung mit Nordamerika können wir kaum

annehmen, da dann auch andere Säugetiere hätten einwandern müssen. So bleibt uns eigentlich nur die Vermutung offen, dass das Tier die damals schmälere Floridastrasse schwimmend überschritten hätte. In gleicher Weise könnte auch das behauptete Vorkommen von Mastodon auf den Bahama-Inseln sich erklären, das Zittel allerdings nicht erwähnt (vergl. Karte 3).

cc) Madagassische Region.

§ 48. **Grenzen.** Die Madagassische Region umfasst dasselbe Gebiet wie die gleichnamige Unterregion von Wallace, doch werden wir teilweise ähnlich wie bei Südamerika darüber hinausgehen müssen.

§ 49. **Lebewelt der Region.** Von den **Säugetieren** Madagaskars sind uns zwar nur aus jüngster Vergangenheit fossile Reste bekannt, doch gestattet der Vergleich mit anderen Gebieten, seine Fauna nach ihrem relativen Alter zu sondern. Die Säugetiere der Inseln weichen sehr beträchtlich von denen Afrikas ab, soweit diese seit dem Pliozän dort eingewandert sind. Aus diesem Grunde müssen wir annehmen, dass Madagaskar etwa im Miozän von Afrika sich loslöste. Wir werden demnach in Madagaskar zum mindesten zwei Tierschichten unterscheiden können, solche, die nach der Trennung über das Meer ins Land kamen und solche, die schon vorher im Lande waren. Nach ihren Hauptvertretern bezeichnen wir diese Schichten als Suidenschicht bez. Lemuridenschicht. Der letzteren gehören alle paläogäischen Tiere an, die Beziehungen zu Südamerika bez. zu Australien verraten. Wir finden unter ihnen aber auch ganz vereinzelte holarktische Formen, die erst während der Tertiärzeit nach Afrika gekommen sein können. Wir wollen sie als Viverridenschicht bezeichnen. Wenn wir uns zunächst der Lemuridenschicht zuwenden, so treffen wir die Formen, auf die schon bei der Besprechung von Südamerika hingewiesen worden ist. Nach dem dort gesagten gehören ihr an alle Lemuren Madagaskars und von den Insektivoren die Centetiden und Potamogaliden. Dagegen vermissen wir die südlichen Ungulaten und die Edentaten, wenn nicht die letzteren etwa durch Plesiorycteropus im Diluvium Madagaskars vertreten sind. Die Verbindung zwischen Madagaskar und dem Festlande muss also nicht für alle Formen gleich gut gangbar gewesen sein. Nun sind die genannten madagassischen Säugetiere Waldtiere, waren doch lange Zeit die Potamogaliden nur aus dem Walddistrikte von Westafrika bekannt, dagegen sind die Hyracoidier und die altweltlichen Edentaten in offenen Distrikten häufig, wenn sie auch in Waldgebieten nicht ganz fehlen. Wir können demnach annehmen, dass in der Tertiärzeit eine Waldregion von Afrika nach Madagaskar sich hinüberzog, die den Lemuren und Insektivoren die Einwanderung gestattete, die anderen Tiere dagegen zurückhielt. In dieser Waldregion hat dann auch die Differentiation schon sehr früh begonnen, wenigstens können wir nicht

annehmen, dass ein so eigentümlicher Typus wie die Chiromyiden erst seit der Pliozänzeit sich sollte entwickelt haben. Übrigens unterscheidet auch der madagassische Geogale sich in seiner Bezahnung beträchtlich von den westafrikanischen Potamogaliden und die Lemuriden gehören alle endemischen Gattungen und meist auch Unterfamilien an. Die Halbaffen scheinen in Madagaskar noch einen besonderen jetzt ausgestorbenen Zweig entwickelt zu haben, dessen einziger bekannter Vertreter Nesopithecus ist, ja vielleicht repräsentiert diese Form gar eine Unterordnung. Auf dem Landwege, also noch vor dem Pliozän müssen auch die Viverriden ins Land gekommen sein, die in Madagaskar fünf endemische Gattungen besitzen. Diese sind zum Teil nahe verwandt mit jetzt lebenden indischen Formen. Daraus folgt aber natürlich nicht ihre Herkunft von Indien, vielmehr sind die beiden in Betracht kommenden Gattungen Viverra und Herpestes aus dem europäischen Tertiär bekannt und von Europa sind die Viverriden über Afrika nach Madagaskar gelangt und zwar sowohl die Viverrinen wie die Herpestinen, während die Rhinogalinen, in Madagaskar durch Eupleres vertreten, erst in Afrika sich entwickelten. Zu derselben Schicht müssen wir auch die altertümliche Cryptoprocta ferox rechnen, die in Europa vom Oligozän bis zum Miozän fossile Verwandte besitzt. Dagegen gehören der Suidenschicht die sieben Cricetidengattungen Madagaskars an, die eine selbständige Unterfamilie der Eliurinen mit 12 Arten bilden, wie auch Phacochoerus, sowie der wieder ausgestorbene Hippopotamus. Die beiden letzten Tiere sind gute Schwimmer. Wenn also die Strasse von Mozambique im Pliozän noch schmal war, und das ist recht wohl möglich, da sie ja damals erst sich bildete, so könnten die Tiere wohl dieselbe übersetzt haben, als sie von Indien her nach Afrika gelangt waren. Die anderen einwandernden Tiere waren dazu nicht imstande, nur die Cricetiden konnten auch hier passiv die Strasse überschreiten, die starke Mozambiqueströmung wird ja bei einer höchstens 30 km breiten Strasse, wie Blanford[1]) sie annimmt, kaum Madagaskar vom Festlande getrennt haben. Unter den Landsäugetieren bleibt nur noch die Soricide Crocidura übrig, die Lydekker für durch den Menschen eingeführt ansieht, die wir aber ebensogut der Viverridenschicht zurechnen können. Wenden wir uns nun den Chiropteren zu, so müssen wir nach dem früher gesagten die Noctilioniden und Vespertilioniden der Lemuridenschicht zuzählen, zumal beide Familien durch je eine zirkumtropische Gattung vertreten sind, zu denen noch die kosmopolitische Vespertilio kommt. Die Rhinolophiden weisen dagegen nur eine auch in der paläarktischen Region verbreitete Gattung auf, die im europäischen Miozän vorkommt. Diese Familie gehört der Suidenschicht zu. Die Pteropiden endlich zeigen Verwandtschaft zu Indien. Trotzdem sind sie jedenfalls auch erst in der Pliozänzeit eingewandert, da sie fossil nicht bekannt sind. Die alte

1) Blanford, Proc. of Geol. Soc. 1890. p. 88.

Landbrücke nach Vorderindien war freilich längst zerbrochen, aber die jedenfalls noch grösseren Inseln, deren Lage uns durch die Seychellen, die Maskarenen und die Tschagos-Inseln angedeutet wird, haben den Übergang der Pteropiden erleichtert. Die Säugetiere verteilen sich also in folgender Weise auf die einzelnen Schichten, wobei wir die üblichen Zeichen anwenden.

Lemuridenschicht:	**Viverridenschicht:**	**Suidenschicht:**
Primates.	Fissipedia.	
*†Nesopithecidae.	*Cryptoproctidae.	
*†Megaladapidae.	Viverridae.	
Lemuridae.		
Galaginae.		
*Indrisinae.		
*Lemurinae.		
*Chiromyidae.		
	Chiroptera.	
Noctilionidae.		Rhinolophidae.
Vespertilionidae.		Pteropidae.
*Centetidae.	Insectivora.	Rodentia.
Potamogalidae.	?Soricidae.	Cricetidae.
?†Edentata.		*Eliurinae.
?†Orycteropodidae.		
		Ungulata.
		†Hippopotamidae.
		Suidae.

Übrigens sind die Tiere der Lemuridenschicht nicht die ersten Säugetiere Madagaskars gewesen, vor ihnen müssen schon Allotherien im Lande gewesen sein, die aber keine Nachkommen hinterlassen haben. Wir können das aus der alten Verbindung mit Südafrika schliessen.

§ 50. Unter den **Vögeln** können wir die Viverridenschicht und die Suidenschicht schwer auseinanderhalten. Denn wenn auch der Säugetieraustausch zwischen Europa und Afrika im Mitteltertiär sicher nur ein sehr beschränkter war, so müssen doch Vögel damals nach dem äthiopischen Kontinent und über diesen nach Madagaskar gelangt sein. Aus diesem Grunde werden wir der Viverridenschicht die holarktischen Familien zuordnen, die aus dem Eozän oder Oligozän fossil bekannt sind, die also wenigstens damals Madagaskar hätten erreichen können, wenn wir dies auch nicht mit Sicherheit annehmen können. Unterstützt wird diese Annahme durch einen hohen Grad von Endemismus. Bei den Familien der Suidenschicht finden wir wie bei den Pteropiden z. T. direkte Beziehungen zu Indien, indem eine Anzahl von ihnen in Afrika fehlen. Die Familien der Lemuridenschicht endlich gehören fast alle der Edentatenschicht Südamerikas an, auf ihre Besprechung im einzelnen können

wir also hier verzichten. Von den Sperlingsvögeln gehörten zu ihr die Hirundiniden. Auch die Paictiden sind ihr zuzurechnen, die mit den neotropischen Formicariiden verwandt zu sein scheinen. Suchen wir indische Beziehungen, so finden wir sie bei den Sittiden, die in Afrika gänzlich fehlen, bei einzelnen Gattungen auch bei den Sylviiden und Pycnonotiden. Die meisten Sperlingsvögel aber sind über Afrika nach Madagaskar gekommen. Als Familien der zweiten Schicht können wir die Sylviiden (5 endemische Gattungen von 8) und die Alaudiden ansehen, alle anderen aber müssen wir vorläufig als junge Einwanderer ansehen, auch die Fringilliden, die zwar schon im oberen Oligozän fossil bekannt sind, die aber auf Madagaskar nur eine auch in Afrika verbreitete Art Chrithagra canicollis vertritt. Von den Sitzfüssern sind die Alcediniden der Viverridenschicht, Meropiden und Upupiden der Suidenschicht zuzurechnen. Die Rakenvögel repräsentieren im Gegensatz dazu paläogäische Typen. Die Leptosomiden sind in der Region endemisch und zeigen ihr hohes Alter auch darin, dass sie in sich Merkmale des Raken und der Kuckucke vereinigen. Ihr Vertreter im europäischen Miozän widerspricht der Annahme ihres südlichen Ursprunges nicht. Die Coraciden haben drei endemische Gattungen unter vier, die die Unterfamilie der Brachypteraciinen bilden. Die Caprimulgiden kommen allerdings nur in einer endemischen Art vor. Die Strigiden dagegen rechnen wir zur Viverridenschicht, da sie nach ihrer Verbreitung nordischen Ursprunges sind. Unter den Kuckucksvögeln, die ebenfalls paläogäisch sind, ist auffällig das Fehlen der Musophagiden und Trogoniden, die sicher im Miozän sich schon entwickelt hatten, und deren Vorhandensein in Afrika wir ebenfalls annehmen müssen, doch brauchen wir daraus nicht notwendigerweise die Unrichtigkeit der Voraussetzungen zu folgern. Wir sehen ja öfters, dass Tiere in anscheinend für sie passende Gegenden sich nicht verbreiten bez. in ihnen wieder aussterben. Ich erinnere an die Pferde in Nord- und Südamerika und an die Giraffen und Flusspferde in Indien, sowie an das Fehlen der Hirsche und Bären in Afrika. Von den Papageien sind die Psittaciden mit einer endemischen Gattung vertreten, zu der noch zwei gleiche subfossile kommen. Die Paläornithiden finden sich dagegen nur auf Mauritius, Rodriguez und den Seychellen und sind hierher jedenfalls von Indien aus gelangt, da die einzige afrikanische Art dieser Familie eingeführt zu sein scheint, und die ganze Familie auf Madagaskar selbst fehlt. Dass die Taubenvögel schon sehr lange in der Region verweilen, erkennen wir an der Ausbildung der Riesenformen von den Maskarenen, welche vielleicht sogar zwei getrennte Familien repräsentieren. Unter den Columbiden zeigt Alectroenas Verwandtschaft zu indischen Formen. Da die Columbiden eine paläogäische Familie sind, so hat die Wanderung der Alectroenas-Gruppe jedenfalls von Madagaskar nach Indien stattgefunden, wie wir ja eine derart gerichtete Wanderung wenigstens bei einigen Formen

zu finden erwarten mussten. Die Pterocliden sind zwar jetzt auch in der paläarktischen Region weit verbreitet, doch sehen wir sie trotzdem als paläogäische Familie an, da sie als ein altertümlicher Typus der südlichen Taubenvögel anzusehen sind. Auf Madagaskar sind sie durch eine endemische Art vertreten. Von den Hühnervögeln sind die Tetraoniden und von den Phasianiden die Numidinen auf Madagaskar vertreten, also nur holarktische Formen, die der zweiten Schicht einzureihen sind. Die Tetraonide Margaroperdix weist dabei wiederum nach Indien. Unter den Kranichvögeln sollen die Turniciden mit den neotropischen Tinamiden verwandt sein, sie gehören also der Lemuridenschicht an. Gleiches gilt nach ihrer Verbreitung von den Ralliden, die ebenfalls auf den Maskarenen Ratitenform angenommen haben (Leguatia, Erythromachus, Aphanapteryx). Die sonst in Madagaskar vorkommenden Rallen gehören dagegen kosmopolitischen Geschlechtern an. Gleichaltrig sind endlich auch die Mesitiden, die wie die Eurypygiden einen den Stammformen sehr nahe stehenden Typus repräsentieren. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei den Regenpfeifervögeln, bei denen höchstens die Lariden erst in jungtertiärer Zeit nach Madagaskar gelangt sind, wenn dies auch nicht sehr wahrscheinlich ist. Wie über sie, wie über die Sturmvögel lässt sich ja überhaupt nichts Bestimmtes aussagen. Unter den Stossvögeln sind wieder mehrere paläogäische Familien. Der Viverridenschicht sind die Accipitriden zuzurechnen, fossil bekannt seit dem Eozän und in Madagaskar durch zwei endemische monotype Gattungen vertreten, der Felidenschicht die Aquiliden zum Teil, unter denen Machaerhamphus wieder auf Indien weist (Südwestafrika, Madagaskar, Malakka), die Falconiden, Pandioniden, Pelecaniden, Phalacrocoraciden und Suliden. Derselben Schicht gehören auch die Podicipiden an, während unter den Gänsevögeln auch schon Vertreter der Lemuridenschicht angenommen werden müssen, wenn auch keine endemischen Gattungen oder selbst Arten vorhanden sind. Wir kommen nun zu den Ratiten, die zwar jetzt in Madagaskar ausgestorben sind, aber noch in der geologischen Jetztzeit durch drei Gattungen vertreten waren, die vielleicht ebensoviel Familien repräsentieren. Die systematische Stellung dieser Tiere ist noch sehr umstritten, soviel scheint aber doch festzustehen, dass sie mit den neuseeländischen Dinornithen nichts zu tun haben. Vielmehr stellen sie eine besondere Abzweigung vom Carinatenstamme dar. Die altertümlichste Familie scheinen die Müllerornithiden zu sein[1]). Aus dieser haben sich die anderen madagassischen Familien entwickelt, vielleicht auch, wie Burckhardt vermutet, die Struthioniden. Dann würden wir auch hier wieder das Prinzip der Gegenseitigkeit gewahrt finden. Ratiten können sich nur in einem Lande ausbilden, in dem sie vor Feinden geschützt sind, denn sie erlangen doch nicht gleich die ge-

---

1) Vergl. Burckhardt, Zool. Jahrb. Abt. f. Syst. 1902. S. 524.

waltige Kraft, wie die Struthioniden sie besitzen. Aus diesem Grunde ist es meines Erachtens ausgeschlossen, einen holarktischen Ursprung der Ratitenfamilien anzunehmen, da ihnen die zum Teil schon sehr ansehnlichen Raubtiere aus der Unterordnung der Creodontier gefährlich geworden wären. Dagegen bot Madagaskar und in beschränkterem Masse auch Afrika vor der Einwanderung der Viverriden ein sehr geeignetes Gebiet. In ersterem Lande erfolgte jedenfalls der erste Schritt zur Ausbildung des Ratitentypus. Die Tiere breiteten sich aus, und in Afrika erwuchs der Struthionidenzweig, dessen Individuen schon zu ansehnlicher Grösse und Stärke gelangt waren, als die Viverriden ins Land kamen. Während diese Raubtiere südwärts zogen, breiteten sich die Struthioniden nordwärts aus, und ungezwungen erklärt sich das Vorkommen echter Reste von Struthio im Pliozän von Samos und von Siwalik. Man hat ja auch noch ältere Reste zu den Struthioniden gestellt, doch der nordamerikanische eozäne Diatryma steht Gastornis nahe, ist also vielleicht ebenfalls anseriform, von Macrornis aus dem europäischen Oligozän ist nur ein Tibiabruchstück bekannt, das straussenähnlich ist. Wir bekommen also folgende Verteilung der madagassischen Vogelfamilien, wobei verwandtschaftliche Beziehungen zu Indien durch ein dem Namen nachgesetztes (I) bezeichnet sind, während die auf den Maskarenen und die auf den Seychellen sich findenden Familien durch M. und S. angegeben werden.

Lemuridenschicht:	**Viverridenschicht:**	**Suidenschicht:**
Picopasseriformes:		
Hirundinidae M. S.	Sylviidae (I.) M. S.	Turdidae S.
—	—	Timaliidae.
*Paictidae.	Alaudidae.	Sittidae (I.).
		Pycnonotidae (I.) M.
		Oriolidae.
		Campephagidae M.
		Dicruridae.
		Muscicapidae M. S.
		Pachycephalidae.
		Laniidae.
		Corvidae.
		Nectarinidae M. S.
		—
		Dicaeidae M. S.
		Fringillidae.
		—
		Ploceidae M. S.
		Sturnidae (I.) M. S.
		Motacillidae S.
		—
		Cypselidae M. S.
Halyciformes:		
	Alcedinidae M. S.	Meropidae M. S.
		Upupidae.

Lemuridenschicht:	Viverridenschicht:	Suidenschicht:
	Coraciformes:	
*Leptosomidae.	Strigidae M.	
Coracidae M. S.		
Caprimulgidae M. S.		
Coccygiformes.		
Cuculidae.		
	Psittaciformes.	
Psittacidae S.		Palaeornithidae (I.) M. S.
Columbiformes.	Galliformes.	
Columbidae M. S.	Tetraonidae M. S.	
*†Dididae M.	Phasianidae.	
*†Pezophapidae M.	Numidinae M.	
Pteroclidae.		
Gruiformes.		
Turnicidae.		
Rallidae M. S.		
*Mesitidae.		
Charadriiformes.		
Scolopacidae M. S.		
Parridae.		
Glareolidae.		
Charadriidae M. S.		
Laridae z. T. kosm.		
Tubinares.		
Procellaridae kosm.		
	Ciconiiformes.	
Buteonidae.	Accipitridae M. S.	(Aquilidae M. S.)
Aquilidae z. T.	—	Falconidae M. S.
		Pandionidae M. S.
		—
Plotidae.	Pelecanidae.	Phalacrocoracidae.
Phaëthontidae.	Sulidae M. S.	
—		
Ardeidae.		
Plataleidae.		
Ciconiidae.		
—		
Phoenicopteridae.		
Anseriformes.		Podicipitiformes.
Anatidae M. S.		Podicipidae.
Aepyornithes.		
*†Aepyornithidae.		
*†Flacourtiidae.		
*†Müllerornithidae.		

Wir sehen, bei den Sperlingsvögeln herrschen die nordischen Formen bei weitem vor, dies wird aber ausgeglichen durch das umgekehrte Verhältnis bei den meisten übrigen Ordnungen, so dass die Verbreitung der Vögel ebensowenig wie die der Säugetiere es rechtfertigt, Madagaskar mit den noch zu besprechenden Regionen zu einer Arktogäa oder unter einem andern Namen zusammenzufassen, wie das

vielfach geschehen ist. Es sind dabei zu wenig die Elemente der Regionsfaunen auseinander gehalten worden.

§ 51. Wir wenden uns nun zu den **Reptilien.** Diese gehören meist den älteren Schichten an. Unter den Schlangen sind die Hydrophiden jedenfalls die jüngsten im madagassischen Gebiet. Sie sind auch etwa im Pliozän aber von Australien her in die Gewässer östlich von Madagaskar gelangt und zwar ist es dieselbe Art Pelamis bicolor, die auf der anderen Seite Panama erreicht hat. Alle anderen Schlangen Madagaskars gehören der Lemuridenschicht an. Die meisten der in Betracht kommenden Familien sind schon bei den besprochenen Regionen erwähnt. Neu kommen hinzu bei Madagaskar nur die Psammophiden, die hier eine endemische Gattung Mimophis besitzen, während die anderen besonders für Afrika charakteristisch sind. Nur zwei erreichen die Orientalische Region und ebenfalls zwei das mittelmeerische Gebiet. Die Lycodontiden endlich finden sich nur auf den Seychellen. Von den Eidechsen rechnen wir die Agamiden der Viverridenschicht zu. Wir haben schon früher erwähnt, dass wir diese Familie als eine holarktische Weiterentwickelung der nach dem Norden gelangten Iguaniden ansehen können. Diese Familie hat in Madagaskar nicht weniger als drei endemische Gattungen aufzuweisen. Die Zuweisung zur Viverridenschicht wird dadurch gerechtfertigt, wie auch durch die Tatsache, dass wir dann nicht genötigt sind, die Trift zu Hilfe zu nehmen. Alle anderen Eidechsenfamilien Madagaskars sind paläogäisch. Von den bisher noch nicht besprochenen erwähnen wir an erster Stelle die Chamäleontiden, die eine selbständige Abteilung der Eidechsen repräsentieren und die als eine äthiopisch-madagassische Weiterentwickelung der Iguaniden anzusehen sind. Sichere fossile Reste sind von ihnen nicht bekannt. Nur ein Unterkieferfragment aus den Bridgerschichten von Wyoming, also von obereozänem Alter wird ihnen zugeschrieben. Sollte dieser Rest tatsächlich einem Chamäleontiden zugehören, so bliebe uns nichts anderes übrig, als anzunehmen, dass die Familie bereits vor der Tertiärzeit sich entwickelt hätte und dass sie über Südamerika nach Afrika gezogen wäre, einige Glieder der Familie in der alten Heimat zurücklassend. Merkwürdig bliebe dann das vollständige Verschwinden der Familie aus Südamerika. Aus diesem Grunde ist es meines Erachtens richtiger, von dem sehr zweifelhaften Reste ganz abzusehen und lieber einen altweltlichen, speziell einen madagassischen Ursprung der Chamäleontiden anzunehmen, die in der Waldregion Madagaskars sich spezialisierten, in der ja auch noch jetzt eine Iguanidenart lebt, während diese Familie in Afrika fehlt, und von hier nach Afrika und dann noch weiter wanderten in derselben Weise wie die Struthioniden. Dafür spricht, dass von den 82 Chamäleontidenarten 37 in der madagassischen Region vorkommen, darunter 36 endemische[1]), von den

[1]) Nach Werner, Prodromus einer Monographie der Chamäleonten. Zoolog. Jahrbücher, Abteilung für Syst. Geogr. u. Biol. der Tiere. Bd. 15. 1902. S. 295–460.

drei Gattungen zwei, darunter eine endemisch. Der madagassischen Region schliessen sich der Zahl der Chamäleontidenarten noch folgende Unterregionen an:

Savannengebiet von Afrika 30, davon 25 endemisch
Westafrika . . . . . . 11, „ 7 „
Südafrika . . . . 9, „ 8 „
Ceylon und Mittelmeergebiet . . je 1 „

Auch die Zonuriden, Scinciden und Geckotiden haben mindestens eine endemische Gattung aufzuweisen. Neu zu erwähnen sind die Sepiden und Acontiaden. Die ersten sind eine fast rein afrikanische Familie, die nur ins Mittelmeergebiet übergreift und auf Madagaskar zwei endemische Gattungen besitzt. Die Acontiaden haben dagegen auch die Orientalische Region erreicht und bewohnen sehr zerstreute Areale. Die Gymnophthalmiden und die Scinciden haben je eine Gattung aufzuweisen, die in Australien und auf Mauritius bezw. Réunion vorkommt. Aus diesem Grunde haben wir beide Familien der australischen Monotremenschicht zugerechnet. Dann können aber beide Familien auch schon vor der Tertiärzeit in Madagaskar gewesen sein, sei es, dass sie von Indien über die Landbrücke hierher gelangten, die damals noch bestand, sei es, dass sie in Südafrika sich entwickelt haben, wofür manche Gründe sprechen, von denen in einem späteren Kapitel die Rede sein soll. Wir finden hier also die Repräsentanten einer noch älteren Schicht, die wir nach den allerdings nicht fossil nachgewiesenen aber sicher anzunehmenden ältesten Säugetieren Madagaskars als Allotherienschicht bezeichnen wollen. Während so die Lepidosaurier meist sehr alte Bewohner der Region sind, können wir die Krokodile der Suidenschicht zurechnen. Mit dem Phacochoerus und dem Hippopotamus haben sie die noch schmale Strasse von Mozambique überschritten und so Madagaskar, aber nicht die östlich davon liegenden Inseln erreicht. Nicht ausgeschlossen ist aber der Fall, dass sie schon mit den Viverriden ins Land gekommen sind. Dagegen finden wir als ältere Vertreter der Ordnung im Jura von Madagaskar den fossilen Steneosaurus, der also der Allotherienschicht angehört. Von den Schildkröten müssen die Chelydiden wegen ihrer verwandtschaftlichen Beziehungen zu Südamerika der Lemuridenschicht angehören. Gleiches setzen wir auch für die Chersiden voraus. Die Gattung Testudo oder nahe Verwandte von ihr finden sich zwar auch im europäischen Tertiär wie in den Siwalikschichten, doch kann sie nicht von hier aus nach Mauritius und Rodriguez gelangt sein, um hier zu Riesenformen sich zu entwickeln wie auf den Galapagosinseln. Wir müssen vielmehr annehmen, dass die Gattung schon vor dem Eozän nach dem südatlantischen Kontinente und dadurch auch nach den Maskarenen gelangt ist. Wir könnten bei Madagaskar ja auch an die Viverridenschicht denken, doch einmal waren im Miozän jedenfalls die Maskarenen schon isoliert und

dann müssen wir ja unter allen Umständen in Südamerika ein alttertiäres Alter der Familie voraussetzen. Eher wäre dies möglich bei den Emydiden. Die Meerschildkröten, Cheloniden und Dermatochelydiden dürften ebenfalls schon sehr früh und zwar von Europa her an den Küsten des Kontinents entlang nach Madagaskar gelangt sein, zumal die letzteren, die in Europa schon seit dem Keuper bekannt sind. Da sie ausserdem systematisch ziemlich isoliert dastehen, so dürfen wir sie der Allotherienschicht zurechnen, wofür im späteren noch mehr Gründe gebracht werden sollen, während die Cheloniden jedenfalls nur der Lemuridenschicht zugehören. Schon hier soll erwähnt werden, dass auch die Dinosaurier in Madagaskar vertreten sind und zwar durch den Sauropoden Bothriospondylus. Auch die übrigen Unterordnungen waren vielleicht in Madagaskar zu finden, da auch die Theropoden und Stegosaurier in Südafrika mesozoische Vertreter besitzen. Gleiches ist von den Theromorphen wahrscheinlich. Wir bekommen also folgende Einteilung der Reptilien:

Allotherienschicht:	**Lemuriden-schicht:**	**Viverriden-schicht:**	**Suiden-schicht:**
††Dinosauria.			
(††Stegosauria.)			
(††Theropoda.)			
††Sauropoda Bothriospondylus.			
	Crocodilia:		
††Teleosauridae.			?Crocodilidae.
		Ophidia.	
	Typhlopidae.		Hydrophidae.
	Colubridae.		
	Psammophidae.		
	Dendrophidae.		
	Dryiophidae.		
	Lycodontidae.		
	Pythonidae.		
	Lacertilia.		
Gymnophthalmidae.	Chamaeleontidae.	Agamidae.	
Scincidae.	Zonuridae.		
	Sepidae.		
	Acontiadae.		
	Geckotidae.		
	Iguanidae.		
††Theromorpha.			
(††Theriodontia.)			
(††Pareiosauria.)			
(††Anomodontia.)			
	Testudinata.		
Dermatochelydidae.	Chelydidae.	Emydidae.	
	Chersidae.		
	Chelonidae.		

§ 52. Bei den **Amphibien** liegen die Verhältnisse ziemlich einfach. Die Batrachier sind alle der Lemuridenschicht zuzurechnen. Meist sind es Familien, denen wir schon in der Edentatenschicht Südamerikas begegnet sind. Besondere Erwähnung verdienen unter diesen die Dendrobatiden, die in dem festländischen Afrika vollständig fehlen, dagegen auf Madagaskar zwei endemische Gattungen besitzen gegen nur eine im tropischen Amerika, die allerdings dafür artenreicher ist. Fast ganz endemisch ist die Familie der Dyscophiden, die vier madagassische Gattungen mit neun Arten und eine monotype Gattung (Caluela guttulata) in Pegu besitzen. Auch sonst besitzen die Familien in Madagaskar einen hohen Grad von Endemismus, und manche Gattungen sind monotyp, ein Beweis für die lange Dauer der Isolierung. So sind von 18 Rana-Arten 15 endemisch, und die Engystomatiden besitzen zwei endemische monotype Gattungen. Im ganzen sind von 14 vorkommenden Anurengattungen 10 (71 %) endemisch und 7 (50 %) monotyp! Die Urodelen fehlen dagegen gänzlich, die Cäciliiden finden sich nur auf den Seychellen, ein sehr merkwürdiger Umstand, da wir diese Tiere mit zu den ältesten Bewohnern der Region aus dem Vertebratenkreise rechnen müssen. Was ihr Aussterben auf der Hauptinsel veranlasst hat, entzieht sich vorläufig noch unserer Kenntnis. Dieselbe Verbreitung fanden wir übrigens schon bei den Lycodontiden. Auch die in Südafrika vorkommenden Stegocephalen aus der stereospondylen und temnospondylen Gruppe werden in Madagaskar nicht gefehlt haben, zumal beide auch aus Indien, die letzteren auch aus Australien bekannt sind. Die Amphibien verteilen sich also folgendermassen auf die Schichten:

Allotherienschicht:	**Lemuridenschicht:**
Apoda.	Anura.
Caeciliidae.	Dendrobatidae.
††Stegocephali.	Dyscophidae.
(††Stereospondyli.)	Engystomatidae.
(††Temnospondyli.)	Ranidae.

In neuerer Zeit hat also die madagassische Fauna wenigstens was Familien anlangt, keine Bereicherung erfahren, damit ist natürlich nicht ausgeschlossen, dass wenigstens mit den Viverriden neue Gattungen und Arten ins Land gekommen sind, so mindestens die drei endemischen Arten von Rana, wenn nicht die ganze Gattung, ferner vielleicht noch Rappia und Rhacophorus.

§ 53. Gehen wir nun zu den **Fischen** über, so sind wir über die Süsswasserfauna Madagaskars nicht sonderlich gut unterrichtet. Unter den Acanthopterygiern finden sich Süsswassergobiiden nur auf Mauritius. Wie bei den anderen Regionen sehen wir auch hier in ihnen nur eine spezielle Anpassung an das Süsswasser. Bei Mauritius finden

sich auch die marinen Malacanthiden, die jedenfalls von Neuguinea sich hierher verbreitet haben. Da wir angenommen haben, dass sie im Alttertiär in das australische Gebiet gelangten, so mögen sie etwa im Miozän Mauritius erreicht haben, also in der Zeit, als die Viverriden Madagaskar erreichten. Gleichzeitig kamen die Teuthiden hierher, die in Europa im Eozän gefunden werden und jetzt ihr Hauptgebiet in den indischen Gewässern besitzen. Von den Pharyngognathen sind die Chromiden in den Gewässern Madagaskars vertreten, die, wie wir bei Südamerika sahen, jedenfalls aus dem Mittelmeergebiet im frühen Tertiär nach Afrika und Madagaskar gelangten. Am meisten ist wieder über die Physostomen zu sagen. Von den Siluriden vertritt nur Arius den paläogäischen Zweig, während die Homalopteren vielleicht erst mit den Viverriden ins Land kamen, freilich ist bei ihnen auch die Möglichkeit der umgekehrten Wanderung nicht ausgeschlossen. Von den Cyprinodonten kommen beide Gattungen, die in die madagassische Region hereinreichen, zugleich in Südamerika vor: Haplochilus von Madagaskar und den Seychellen wurde bereits früher erwähnt, der nur auf den Seychellen sich findende Fundulus lebt auch in Ostafrika, Spanien, Ecuador, Zentral- und Nordamerika. Die Familie ist also der Lemuridenschicht zuzurechnen. Die Muräniden sind wieder nur auf den Maskarenen als Süsswasserfische bekannt. Von ihnen, zumal wir sie als holarktische Familien kennen gelernt haben, gilt daher dasselbe wie von den Gobiiden. Erwähnt sei endlich als negatives Kennzeichen der Region das Fehlen der Cypriniden, das ja überhaupt die Paläogäa charakterisiert. Alle anderen Familien finden sich höchstens als marine Formen in der Region. Als Verteilung der besprochenen Familien ergibt sich also:

Lemuridenschicht:	Viverridenschicht:	Spezielle Anpassung:
Pharyngognathi.	Acanthopterygii.	
Chromidae.	Malacanthidae (m).	Gobiidae.
	Teuthidae m.	
	Physostomi.	
Siluridae: Ariinae.	Siluridae Clarinae.	Muraenidae.
Cyprinodontidae.		

§ 54. Wir kommen nun zu den **Insekten.** Von den Hymenopteren sind die Myrmiciden und Camponotiden seit dem Malm bekannt. Sie können daher der Zeit nach sehr wohl der Allotherienschicht angehören. Dafür sprechen auch mehrfache direkte Beziehungen zwischen Madagaskar und Indien. Wir erwähnen von den Camponotiden *Plagiolepis (Aust. Sa), Acantholepis (eine Art ist Madagaskar und Indien gemeinsam, sonst noch Afrika und paläarktisches Gebiet), Technomyrmex (Madagaskar, Indien, Sundainseln), Mystrium (Madagaskar, Birma), Parasyscia (Südafrika, Madagaskar, Indien, Kleinasien), von den Myrmiciden *Cardiocondyla (Austr. Sa), deren transatlantische Wanderungs-

richtung wir schon früher als ostwestliche bezeichnet haben, Meranoplus (Afrika, Madagaskar, Sundainseln, Australien), Cataulacus (Afrika, Madagaskar, Indien, Sundainseln), Sima (Südafrika, Madagaskar, Indien, Australien), *Tetramorium (Sa). Der transatlantischen Beziehungen ist schon gedacht. Jüngere Gattungen fehlen auch nicht gänzlich, so die holarktische Leptothorax, die wie in Brasilien so auch in Madagaskar sich findet, und daher entweder der Viverriden- oder der Suidenschicht angehört, was sich nicht mit Sicherheit entscheiden lässt. Bei den Poneriden haben wir zahlreiche transpazifische und transatlantische Beziehungen erwähnt. Unter ihnen ist Cerapachys (Madagaskar, Indien) bemerkenswert. Nach der Verbreitung dieser Gattung könnten wir geneigt sein, die Familie ebenfalls der Allotherienschicht zuzurechnen, zumal von Leptogenys eine Art Madagaskar, Ceylon und Sumatra gemeinsam ist. Dagegen spricht aber die Tatsache, dass die Poneriden nicht vor dem Oligozän bekannt sind. Auch sind andere Indien und Madagaskar gemeinsame Gattungen zugleich in Afrika zu finden, können also später über diesen Kontinent nach Indien gelangt sein. Dieser Fall ist auch bei Cerapachys denkbar, denn ebenso wie andere Tierformen kann auch diese in einem einst von ihr bewohnten Gebiete ausgestorben sein. Wir rechnen deshalb die Poneriden nur der Lemuridenschicht zu. Von den Evaniiden sei nochmals auf die auf Mauritius vorkommende *Evania (Austr. Sa) hingewiesen, die wir nach ihrem Vorkommen der Lemuridenschicht zuzählen.

Unter den Lepidopteren zeigen die meisten Rhopalocerenfamilien Madagaskars transatlantische Beziehungen und sind deshalb der Lemuridenschicht zuzuzählen. Übrigens sind die Falter Madagaskars nur wenig spezialisiert, wie das sich vielleicht aus ihrem guten Flugvermögen erklärt. Nur die Satyriden besitzen eine endemische Gattung Heteropsis. Indische Beziehungen fehlen natürlich auch nicht, und beweisen die Wechselwirkung der Regionen im Pliozän. von der bei den Besprechungen Afrikas eingehender die Rede sein soll. Die jüngsten Familien Madagaskars sind jedenfalls die Danaiden und Papilioniden, die wir der Suidenschicht zurechnen, etwas älter sind vielleicht die Lycäniden, deren erste Vertreter mit den Viverriden von Europa gekommen sein mögen, wenn auch viele Gattungen erst mit den vorhergenannten beiden Familien von Indien kamen. Dagegen gehören der Lemuridenschicht an alle übrigen Rhopalocerenfamilien, ebenso wie von den Sphinginen die Uraniiden, und die Zygäniden, dagegen sind die Agaristiden jedenfalls erst mit den Suiden nach Madagaskar gekommen, die Ägeriiden mit den Viverriden. Die Sphingiden dagegen können schon in mesozoischer Zeit die Region erreicht haben.

Von den **Dipteren** müssen die Tipuliden wegen ihren transatlantischen Beziehungen zur Lemuridenschicht gerechnet werden. Zum Teil finden sich bei ihnen auch Übereinstimmungen mit Indien, doch kommen die betreffenden Gattungen auch in Afrika vor, wie z. B. Mongoma

(trop. Afrika, Madagaskar, Borneo, Philippinen), und Eriocera (Südamerika, Mozambique, Madagaskar, Indien), so dass der Ausgleich erst nach dem Pliozän erfolgt zu sein braucht.

Gehen wir zu den Coleopteren über, so finden wir bei diesen zahlreiche schon erwähnte transatlantische Beziehungen. Die Verteilung auf die Schichten ergibt sich in der Hauptsache aus dem geologischen Alter der Familien. Als amphiatlantisch sind von den madagassischen Gattungen zu erwähnen die Cicindeliden Megacephala, Peridexia, Pogonostoma (verwandt mit Ctenostoma), die Carabiden Catascopus, Coptodera, Colopodes, Caasnonia, Drimostoma, der Menthophilide Epilissus, die Brenthiden Brenthus, Trachelizus, der Lymexylonide Atractocerus, die Buprestiden Psiloptera, Polybothris (verwandt mit Actenodes), Polycesta, der Prionide Closterus, die Lamiiden Apomecyna, Exocentrus, die Cerambyciden Philematium und Philocalocera (verwandt mit einer südamerikanischen Gattung). Die Verbreitung der Gattungen ist bei Südamerika angegeben worden. Beziehungen der Region zu Australien finden wir bei dem Carabiden Homalosoma, dem Buprestiden Sponsor, dem Lucaniden Figulus, dem Cerambyciden Leptocera, den Lamiiden Apomecyna, Oopsis. Die Verbreitung derselben ist bei Australien erwähnt. Diese Familien müssen also auch aus diesem Grunde der Allotherienschicht zugewiesen werden, ganz abgesehen von ihrem hohen Alter. Es sind nur noch die Beziehungen zu Indien zu untersuchen. Unter den Cicindeliden findet sich die maskarenische Gattung Megalomma auch in der orientalischen Region, doch genügt diese einfache Übereinstimmung noch nicht, um die Familie der Allotherienschicht zuzuweisen, da die Gattung auch noch im Eozän von Madagaskar über die damals noch vorhandenen grossen Inseln nach Indien gelangen konnte. Das Hauptgebiet der Gattung sind ja auch jetzt noch die Maskarenen. Unter den Carabiden ist dagegen Distrigus vorwiegend orientalisch. Ebenso hat Microchila indische Verwandtschaft. Hier könnte die Verwandtschaft eine alte Ursache haben, da wir ja die Carabiden auch aus anderen Gründen der Allotherienschicht zurechnen müssen. Drei andere Gattungen sind ausser in Madagaskar und Indien auch in Afrika zu finden, ihre Verbreitung könnte also auch sehr jungen Datums sein. Unter den Buprestiden nennen wir Chrysochroa (südliches Afrika, Madagaskar, orientalische Region). Die Cetoniiden sind in Madagaskar reich an endemischen Gattungen, nicht weniger als 21 sind hier zu finden. Darunter sind Chromoptila und Doryscelis mit orientalischen Gattungen verwandt. Ausserdem findet sich hier die für die orientalische Region charakteristische Glyciphana. Endlich sind acht endemische Gattungen mit der australischen Schizorhina-Gruppe verwandt, so dass die Zuordnung zur Allotherienschicht für die Cetoniiden voll gerechtfertigt ist. Dagegen ist bei den Melolonthiden, Dynastiden und Aphodiiden dieser Schluss nur auf dem geologischen Alter der Familie begründet. Unter den Prioniden findet sich Closterus ausser in Südamerika in Madagaskar

und Indien. Die bereits aus dem Lias bekannte holarktische Gattung Prionus findet sich auch in Madagaskar, wie im Innern von Australien, fehlt dagegen in Afrika. Unter den Cerambyciden ist die Leptura-Gruppe paläarktisch-orientalisch, doch finden sich auch auf Madagaskar drei endemische Gattungen und wenige Formen ausserdem in Südafrika. Die holarktische Gattung Toxotus hat eine versprengte Art in Madagaskar. Unter den Lamiiden endlich sind Coptops und Praonetta, letzterer von den Komoren, orientalisch, Tropidema gehört zu einer orientalisch-australischen Gruppe. Die Gattungen Mythergates, Sulemus, und Coedomaea aber sind mit malaiischen und amerikanischen Gattungen verwandt, weisen also sowohl die Beziehungen der Allotherien als auch der Lemuridenschicht auf. Diese Gruppe ist also jedenfalls von Indien über Madagaskar und Afrika nach Südamerika gelangt.

Unter den Hemipteren wurde wegen ihrer transatlantischen Beziehungen Corizus schon erwähnt, unter den Orthopteren die Grylliden Podoscirtus, Cyrtoxiphus, die Phaneropteride Turpilia. Indische Beziehungen finden wir bei den Phaneropteriden, indem der südamerikanisch-madagassischen Turpilia Isopsera (Indien, Celebes) entspricht, und unter den Grylliden bei Podoscirtus und Cyrtoxiphus. Endlich findet sich von den Phasmiden Phyllium von den Seychellen bis zu den Fidschi-Inseln, so dass möglicherweise auch diese erst seit dem Oligozän bekannte Familie der Allotherienschicht angehören könnte. Wir stellen nun die besprochenen Familien unter der bei Südamerika angeführten Einschränkung zusammen.

Allotherien-schicht:	**Lemuriden-schicht:**	**Viverriden-schicht:**	**Suidenschicht:**
Hymenoptera:			
Camponotidae.	?Poneridae.		
Myrmicidae.	Evaniidae.		
	Lepidoptera:		
	Satyridae.	Lycaenidae.	Danaidae.
	Acraeidae.		Papilionidae.
	Nymphalidae.		—
	Nemeobiidae.		
	Pieridae.		
	Hesperidae.		
	—		
Sphingidae.	Uraniidae.	Aegeriidae.	Agaristidae.
	Zygaenidae.		
	Diptera.		
	Tipulidae.		
Coleoptera:			
Carabidae.	Cicindelidae.		
Buprestidae.	Mentophilidae.		
Aphodiidae.	Brenthidae.		

Allotherienschicht:	Lemuridenschicht:	Viverridenschicht:	Suidenschicht:
Coleoptera:			
Dynastidae.	Lymexylonidae.		
Cetoniidae.	Copridae.		
Melolonthidae.	Trogidae.		
Lucanidae.	Hybosoridae.		
Lamiidae.	Orphnidae.		
Cerambycidae.	Hoplidae.		
Prionidae.	Rutelidae.		
Tenebrionidae.	Passalidae.		
Orthoptera:			
Gryllidae.			
Phaneropteridae.			
?Phasmidae.			

§ 55. Unter den übrigen Arthropoden weisen wir hier nochmals auf die transatlantischen Beziehungen verschiedener madagassischer Gattungen hin. Unter **Arachnoidiern** wurden von den Araneinen erwähnt Gasteracantha, Nephila, Argiope, Argyrodes. Da diese Gattungen tropisch weit verbreitet sind, so fehlen natürlich auch nicht indische Beziehungen. Besonders auffällig sind sie bei Nephila (Madagaskar, Maskarenen—Ceylon, Indien) und Argyrodes (Madagaskar, Réunion - Ceylon, Indien). In welcher Richtung diese Gattungen sich ausgebreitet haben und welcher Schicht sie in den einzelnen Regionen angehören, lässt sich aus der Verbreitung der Gattung allein nicht schliessen, es würde dazu einer eingehenden Untersuchung der verwandschaftlichen Beziehungen zwischen den in den einzelnen Ländern lebenden Arten bedürfen. Gleiches gilt von dem Pedipalpen Phrynus, bei dem wir transpazifische, transatlantische, aber auch indomadagassische Beziehungen finden (Seychellen—Ceylon). Alle diese Gruppen besitzen jedenfalls ein sehr hohes Alter und sind schon in mesozoischer Zeit in der Region gewesen. Unter den **Myriopoden** wurde Siphonophora erwähnt, welche Gattung auch indische Beziehungen zeigt (Madagaskar — Ceylon), unter den **Crustaceen** Armadillo (Seychellen—Nikobaren).

§ 56. Unter den **Gastropoden** haben wir wieder zahlreiche Beziehungen. Als amphiatlantisch sind von den madagassischen Gattungen der Pulmonaten und Prosobranchiern zu bezeichnen die Heliciden Streptaxis, Achatina, Buliminus, die Cyclostomiden Hainesia, Megalomastoma, Cyclophorus, Cyclotus, Cyclostoma, Otopoma. Ebenso wenig fehlt es an Beziehungen zu Indien und seinen Nachbarländern. Unter den Heliciden nennen wir Buliminus, Achatina (Ceylon), Streptaxis (Seychellen, Rodriguez-I. -- Ceylon), Cionella (Südamerika, holarktische Region, Madagaskar, Ceylon, Vorderindien, Ozeanien, Neuseeland), Vitrina (Kanadisches Gebiet ,Europa, Abessynien, Südafrika, Madagaskar,

Himalaya, Birma, Australien). Diese sprechen also für eine mesozoische Einwanderung der Familie, die auch die Maskarenen erreicht hat. Von den Oncidiiden ist Oncidium Mauritius mit Australien gemeinsam, in ähnlicher Weise die Aciculide Truncatella, die auch in Ceylon, Hinterindien und Südamerika vorkommt. Unter den Cyclostomiden gehören hierher Megalomastoma (Mauritius—Indien), Cyclophorus (Madagaskar—Ceylon, Indien), Cyclotus (Seychellen—Indien), Cyclostoma (Madagaskar—Arabien), Otopoma (Madagaskar—Sokotra, Neu-Irland), Leptopoma (Seychellen bis Molukken und Neuguinea), Lithidion (Madagaskar, Sokotra, Südwestarabien), Omphalotropis (Mauritius, Indien, malaiische Inseln, Australien). Alle diese Gattungen fehlen in Afrika, nur Cyclophorus und Cyclotus finden sich in Südafrika. Die madagassischen Gattungen aber weisen alle nach Indien mit Ausnahme der Untergattung Hainesia, die neotropisch ist. Die Cyclostomiden sind also zweifellos auch der Allotherienschicht zuzurechnen. Von Pulmonaten finden sich weiter noch die Limaciden und die Limnäiden auf Madagaskar. Die ersten sind durch die endemische Hyalimax vertreten. In Afrika finden sie sich nur im Süden durch die europäische Gattung Arion vertreten. Da Hyalimax auf den Maskarenen sich findet, und andererseits die Familie in Südamerika fehlt, so müssen wir diese der Allotherienschicht zurechnen wie die anderen Pulmonaten. Gleiches gilt wahrscheinlich auch von den Limnäiden, die nur durch Physa in der madagassischen Region vertreten sind. Auch unter den übrigen Prosobranchiere scheinen Neritiniden, Paludiniden, Melaniaden und Cerithiiden dieses Alter zu besitzen, da sie ebenfalls alle die Maskarenen erreicht haben. Unter den ersten ist Novicella auf die Randländer des Indischen Ozeans und auf die pazifischen Inseln beschränkt. Auch die Nayadiden scheinen bereits mesozoische Vertreter der **Lamellibranchiaten** in der Region zu sein. Wir finden also folgende Familien in der madagassischen Region:

Allotherienschicht:

Pulmonata.
- Helicidae.
- Limacidae (Südafrika).
- Oncidiidae (mit Maskarenen und Seychellen).
- ?Limnaeidae.

Prosobranchiata.
- Cerithiidae.
- Cyclostomidae (Südafrika).
- Melaniadae.
- Aciculidae (nur Maskarenen).
- Paludinidae.
- Neritinidae.

Lamellibranchiata.
- Nayadidae.

§ 57. Unter den **Würmern** Madagaskars zeigen transatlantische Beziehungen die Lumbricide Acanthodrilus, vielleicht die Landplanarie Bipalium und der Landblutegel Haemadipsa. Dafür weisen diese beiden Gattungen aber zweifellose indische Beziehungen auf, indem beide auf Madagaskar und auf Ceylon und in Indien ausser anderen Wohngebieten sich finden, dagegen in Afrika fehlen. Diese beiden Gruppen, die kaum zu einer transozeanischen Verbreitung geeignet sind, dürften daher bereits in mesozoischer Zeit ungefähr ihre jetzige Verbreitung erlangt haben.

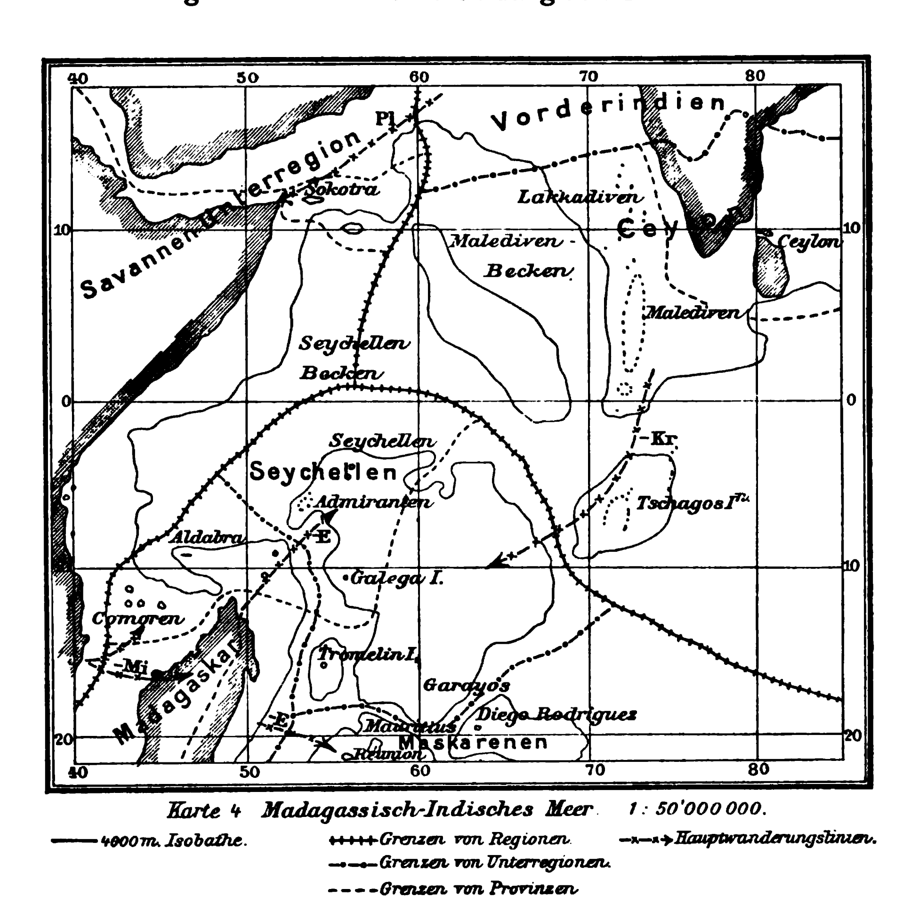
§ 58. Wenn Madagaskar etwa bis zur Kreidezeit noch mit Indien zusammen gehangen hat, so muss es bereits von dieser Seite in seiner **Pflanzen**welt durch die Angiospermen bereichert worden sein, zum zweiten Male aber auf dem Wege über Südamerika, das von diesen auch spätestens mit den Edentaten erreicht wurde. Infolgedessen weist das madagassische Florenreich verwandtschaftliche Beziehungen auf zum tropisch-afrikanischen, zum südafrikanischen und zum indischen. Die letzteren sind besonders stark bei den Maskarenen ausgeprägt. Auch Beziehungen zu Südamerika fehlen nicht gänzlich. Die neotropische Euphorbiacee Omphalea besitzt eine madagassische Art; gleiche Verbreitung hat auch Pedilanthus. Von der Scitaminee Myrosma gilt dasselbe wie von Omphalea. Die Musacee Ravenala madagascariensis hat ihre nächsten Verwandten in Pflanzen, die Nordbrasilien und Guayana bewohnen. Dieselbe Verbreitung besitzt die Graminee Echinolaena. Die Sterculariacee Trochetia besitzt Arten auf Mauritius, Madagaskar und St. Helena, die Turneracee Mathurina von Rodriguez ist nächstverwandt der monotypen Erblichia von Zentralamerika. Die Composite Siegesbeckia besteht aus einer maskarenischen und einer peruanischen Art, die Sapotacee Labourdonasia findet sich auf Kuba, in Natal und auf Mauritius, die Lauracee Mespilodaphne in Südamerika und auf den Maskarenen; die neotropische Liliacee Milla besitzt eine periphere Art auf den Maskarenen. Südafrikanische Beziehungen zeigen besonders die madagassischen Compositen und die Bergflora der Insel. Indisch-australische finden wir z. B. bei der Verbenacee Nesogenes (Rodriguez, Polynesien), und bei der Nepenthacee Nepenthes (Madagaskar, Seychellen, Ceylon, Gangesdelta, Mekhongdelta, Malakka, Malaiische Inseln, Neuguinea, Neukaledonien). Auch eine maskarenische Acacie, Acacia heterophylla, lässt sich kaum von A. koa von Hawaii trennen[1]).

§ 59. **Beziehungen der Region.** Aus der Besprechung der madagassischen Lebewelt können wir folgende Schlüsse auf die jüngste Geschichte der Region ziehen. Am Anfange der für uns in Betracht kommenden Zeit, im Mesozoikum, hing Madagaskar mit Dekhan und Ceylon über die Maskarenen, Seychellen, Tschagos-Inseln, Malediven

---

[1]) Wallace, Island Life p. 441—445.

und Lakkadiven zusammen, während es gleichzeitig einen Teil des südatlantischen Kontinentes bildete. Die Fauna bestand aus den der Allotherienschicht zugerechneten Familien, die teils im Kontinente selbst während der mesozoischen Zeit sich entwickelt hatten, teils von Indien her über die Landbrücke einwanderten. Nicht alle einwandernden Formen erreichten sofort das eigentliche Festland. Am Ende der Kreidezeit hörte die madagassisch-indische Verbindung auf. Nur zu transozeanischer



Karte 4 Madagassisch-Indisches Meer 1 : 50'000 000.
——— 4000m. Isobathe. ++++ Grenzen von Regionen. —×—×→ Hauptwanderungslinien.
—•—•— Grenzen von Unterregionen.
- - - - Grenzen von Provinzen

Verbreitung befähigte Tiere konnten noch mit Hilfe der grossen Restinseln von Nordosten her nach Madagaskar gelangen. Was jetzt an neuen Tierformen ins Land kam, musste aus Westen stammen, es sind das die Lebewesen der Lemuridenschicht. Inzwischen begann der Zerfall der Region in einzelne Gebiete immer weiter fortzuschreiten. Noch einmal aber gelangten vereinzelte neue Formen auf dem Landwege nach der Hauptinsel, die Viverridenschicht, aber diese kamen nicht mehr von Südamerika, sondern von Europa nach Afrika. Während der Miozänzeit löste sich endlich die letzte Verbindung zwischen Madagaskar und dem Festlande, doch blieb die trennende Meeresstrasse bis ins

Pliozän hinein schmal, so dass sie von den Tieren der Suidenschicht überschritten werden konnte, die sie teils aktiv durch Schwimmen oder Fliegen überschritten, teils auf Flössen oder durch den Wind herüber getrieben wurden. Zahlreicher wie die Tiere waren die Pflanzen, die auf diese Weise in die Region eingeführt wurden. Vom Pliozän an verbreiterte sich die Strasse von Mozambique immer mehr, die kräftige, nach ihr genannte Meeresströmung drängte sich hinein und isolierte die Region noch mehr, als dies durch die Breite der Strasse schon geschehen war.

§ 60. **Unterregionen.** Wie jede andere Region können wir auch die madagassische in verschiedene Unterregionen einteilen, die natürlich eine weit geringere Ausdehnung besitzen, als bei den anderen grossen Tiergebieten. Eine erste wohl charakterisierte Unterregion sehen wir in den Maskarenen. Wie alle insularen Gebiete zeichnet dieses Gebiet sich zunächst durch grössere Armut aus. Eine ganze Reihe madagassischer Familien fehlt hier. Wichtiger aber ist der Umstand, dass die Inseln auch Formen besitzen, die Madagaskar fehlen. So sind in der Unterregion absolut endemisch die Dididen und Pezophapiden. Auf den Maskarenen allein haben die Rallen Riesenformen entwickelt, hier sind auch die Riesenschildkröten zu Hause. Relativ endemisch sind in der Unterregion die Gobiiden und Muräniden, sowie die Aciculiden. Wenigstens auf Madagaskar fehlen ausserdem die Oncidiiden. Säugetiere finden sich auf den Maskarenen ausser den Chiropteren fast gar nicht, nur Lemur und Centetes, die beide möglicherweise eingeführt sein können. Doch liegt kein zwingender Grund zu dieser Annahme vor. Sind die Tiere wirklich eingeboren, so beweist dies, dass die Maskarenen vor dem Miozän, vielleicht am Ende des Eozän oder im Anfange des Oligozän sich loslösten. Dann ist es erklärlich, dass beide Säugetierordnungen der Lemuridenschicht je einen Vertreter auf den Maskarenen besitzen, dagegen nicht die später in die Regionen gekommenen. Unter den Vögeln sind natürlich auch die jüngeren Schichten reichlich vertreten, besonders finden wir fast alle Familien mit indischen Beziehungen in der Unterregion. Die Aepyornithen fehlen vollständig. Diese haben sich also jedenfalls erst nach der Abtrennung der Maskarenen, also im Oligozän entwickelt. Von Reptilien sind die beiden Eidechsenfamilien der Allotherienschicht vertreten, aber auch aus der Lemuridenschicht die Chamäleontiden, Sepiden und Geckotiden, die Chersiden und endlich die Pythoniden, letztere auf Mauritius durch die Boine Leptoboa vertreten, wiederum ein Beweis, dass die Abtrennung der Inseln frühestens im Eozän erfolgte. Von Amphibien sind nur die der Lemuridenschicht angehörenden Raniden auf den Inseln zu finden. Die Süsswasserfische der Maskarenen haben wir als spezielle Anpassung angesehen mit Ausnahme der Cyprinodontiden, die der Lemuridenschicht angehören. In den Landmollusken endlich stimmen die Inseln mit Madagaskar überein, mit denen sie Kobelt in ein Reich zusammenfasst, bis auf die schon

erwähnten beiden auf Madagaskar fehlenden Familien. Dass sich unter den maskarenischen Schmetterlingen auch solche der Suidenschicht befinden wie Danaiden und Papilioniden ist ebenso erklärlich wie die Anwesenheit holarktischer Vogelfamilien. Wir kommen also zu dem Schlusse, dass die Maskarenen sich zwischen der Einwanderung der Tiere der Lemuriden- und denen der Viverridenschicht loslösten, und dass auf dem allmählich sich immer mehr verkleinernden Lande der Ratitentypus aus dem Rallen- und aus dem Columbidenstamme sich entwickelte, parallel zu den Aepyornithen des Hauptlandes. Bei dem Zerfalle der Unterregion in einzelne Inseln starben einzelne Familien lokal aus, so dass z. B. jetzt die Gymnophthalmiden und Geckotiden nur auf Mauritius, die Scinciden nur auf Réunion sich finden.

Eine zweite wiewohl weniger charakterisierte Unterregion bilden die Seychellen und Amiranten. Absolut endemische Familien besitzt diese keine, relativ endemisch in bezug auf die ganze Region sind die Lycodontiden und Cäciliiden, in bezug auf Madagaskar allein die Oncidiiden. Landsäugetiere fehlen den Seychellen ganz, was für eine frühe Trennung spricht. Dagegen finden sich auf den Inseln Colubriden und Lycodontiden, die Chamäleontiden, Scinciden und Geckotiden, also meist Reptilien der Lemuridenschicht. Dies ist aber nur ein scheinbarer Widerspruch. Denn wenn wir auch die genannten Familien der Lemuridenschicht zurechnen, so soll das noch nicht besagen, dass sie gleichzeitig mit den Lemuriden nach Madagaskar gelangten. Auch schon bei Australien nahmen wir an, dass die Säugetiere die letzten Glieder der Marsupialierschicht waren, die infolgedessen nicht alle Gebiete erreichten, wie die ihnen vorausgehenden Reptilien und andere niedere Tiere. Wir fanden dort z. B. die Geckotiden auf Neuseeland, wo die Säugetiere gänzlich fehlen. Ganz dasselbe müssen wir bei Madagaskar annehmen, dessen Lemuridenschicht wenigstens zum grössten Teile aus derselben Quelle stammt, wie die Marsupialierschicht Australiens, nämlich von den aus Nordamerika in der Kreidezeit nach Südamerika wandernden Tieren. Da unter diesen die Placentalier die letzten waren, mussten sie auch zuletzt Madagaskar erreichen und so erklärt es sich, dass nur einzelne Familien der Lemuridenschicht auf die Seychellen gekommen sind. Die Loslösung derselben wird also etwa in der Mitte der Eozänzeit erfolgt sein, etwas früher als die der Maskarenen. Die genannten Familien, unter denen natürlich auch die Allotherienschicht durch die Scinciden vertreten ist, gehören jedenfalls der älteren Abteilung der Lemuridenschicht an. Am eigentümlichsten erscheint uns das Verhalten der Lycodontiden, deren Fehlen in Madagaskar sehr auffällig ist und die wir, fehlten sie auf den Seychellen, für spät nach Afrika gekommene Einwanderer ansehen würden. So aber ist diese Möglichkeit ausgeschlossen, denn dass diese Familie gerade durch eine Trift die Insel erreicht haben sollte, erscheint höchst unwahrscheinlich. Damit ist freilich ihre Verbreitung noch nicht erklärt. Wir können

höchstens annehmen, dass sie auf Madagaskar ausgestorben sind. Auffallen könnte weiter das Fehlen der Gymnophthalmiden, die wir doch auch zur Allotherienschicht gerechnet haben, doch ist diese Familie an so vielen Punkten der Erde verschwunden, wo sie früher gelebt haben muss, dass dies sehr wohl auch auf den Seychellen der Fall gewesen sein kann. Auch unter den Amphibien ist zunächst die Allotherienschicht durch die Cäciliiden vertreten, die wohl auch einstmals Bewohner Madagaskars waren. Sonst finden sich hier nur noch zwei Raniden, von denen einer auch auf den Maskarenen und in Angola vorkommt (Rana mascareniensis). Er ist also jedenfalls erst nach der Lostrennung der Seychellen transmarin nach den Inseln gelangt, wie wir eine ähnliche Ausbreitung der Raniden ja auch in der papuanischen Inselwelt anzunehmen uns genötigt sehen. Die Süsswasserfische sind beide Cyprinodontiden, gehören also der älteren Lemuridenschicht an. Die Weichtiere können für unsere Frage keine Entscheidung bringen, da wir sie alle der Allotherienschicht zurechneten, infolgedessen befinden sich auch von den besprochenen Familien alle auf den Seychellen, mit Ausnahme der Aciculiden. Ebensowenig können die Vögel und die Insekten die Frage klären.

Die dritte Unterregion endlich wird von Madagaskar selbst mit Einschluss der Komoren gebildet. Endemisch für diese sind die Nesopitheciden, Chiromyiden, Cryptoproctiden; Paictiden, Leptosomiden, Aepyornithiden, Müllerornithiden, Flacourtiiden, ganz abgesehen von den relativ endemischen Familien. Über die Geschichte dieser Unterregion ist nichts Neues zu sagen, sie ist enthalten in der Geschichte der ganzen Region. Die Komoren haben ihre spärliche Fauna von Madagaskar bekommen. Sie müssen bis zur Miozänzeit mit dieser Insel in Verbindung gestanden haben, da auf ihnen nicht nur ein Lemur, sondern auch eine Viverride sich findet. An endemischen Formen sind die Inseln sehr arm, dazu fehlen ihnen viele auf Madagaskar vorkommende Familien. Sie haben jedenfalls nicht in breiter Verbindung mit dem Hauptlande gestanden. Keinesfalls sind sie als ein Teil der Landbrücke zwischen Madagaskar und dem Festlande aufzufassen; diese befand sich vielmehr weiter südlich. Sie mag zuletzt wohl in der Nähe der Komoren gelegen haben, früher aber führte sie etwa von Süd-Madagaskar über die Bassas da India nach dem Gasa-Lande. Dafür spricht die vielfach hervortretende Verwandtschaft zwischen Madagaskar und Südafrika, dafür sprechen auch geologische Gründe.

Auf Madagaskar selbst lassen sich zwei Hauptabteilungen unterscheiden, die allerdings nicht den Rang von Unterregionen haben. Ost- und Westmadagaskar unterscheiden sich nach Matschie[1]) in ihrer Lemuridenfauna. Das westliche Gebiet besitzt vier, das östliche drei von den sieben Propithecus-Arten, von denen jede eine gesonderte

[1]) Matschie, Verh. d. Gesellsch. f. Erdkunde, Berlin 1896. S. 249.

Provinz bewohnt. Für das östliche Gebiet sind weiter die monotypen Gattungen Indris und Avahis charakteristisch. Auch die Chamäleontiden[1]) zeigen eine ähnliche Verbreitung.

Von den 26 madagassischen Arten der Gattung Chamaeleon finden nur vier sich in beiden Abteilungen. Von diesen sind Ch. pardalis und Ch. verrucosus auch auf den Maskarenen vertreten, die erste Art ist ausserdem vorwiegend östlich, kommt aber auch auf Nossi Bé vor. Dagegen finden sich 17 Arten nur im Osten, eine davon Ch. parsoni zugleich auf Mauritius, fünf dagegen nur im Westen der Insel. Von den sieben Arten der auf Madagaskar endemischen Gattung Brookesia ist keine Art beiden Abteilungen gemeinsam, vielmehr sind zwei östlich, fünf westlich, davon drei im nördlichen Gebiete. Ähnliche Unterschiede werden jedenfalls auch bei anderen Tiergruppen nachzuweisen sein, wenn dieselben auch meist nicht so stark differenziert sind als die beiden erwähnten.

Wenn auch nicht mehr zur Region gehörend, können gleich an dieser Stelle die anderen Bruchstücke der afrikanisch-indischen Brücke erwähnt werden, die Tschagos-Inseln, die Malediven und die Lakkadiven. Alle drei Inselgruppen haben eine ausserordentlich arme Fauna, die reichste noch die letztgenannte. Mit der madagassischen Region haben sie gemein das Fehlen der meisten Säugetierfamilien, mehrerer weitverbreiteten Vogelfamilien wie der Piciden und der Vulturiden (beide finden sich nur auf den Lakkadiven), sowie die Armut in allen anderen Wirbeltierklassen. Nur die Molluskenfamilien sind grösstenteils vertreten. Diese Scholle der alten Brücke ist daher jedenfalls fast vollständig verschwunden, so dass nur die anspruchslosesten der auf ihnen lebenden Tiere weiterleben konnten. Später hat dann das Gebiet eine wesentliche Beeinflussung von Indien her erfahren, dem es besonders seine Insekten und seine Pflanzen verdankt.

In dem Zerfall der afrikanisch-indischen Landbrücke, der vielgenannten und vielumstrittenen „Lemuria", die freilich niemals den Lemuren als Wanderung gedient hat, lassen sich also folgende Phasen unterscheiden, durch die die einzelnen Tierschichten voneinander geschieden werden:

Mesozoische Zeit: Einwanderung und Entwickelung der Allotherienschicht.

Ende der Kreidezeit: 1. Phase: Loslösung von Ceylon und von Dekhan.

Ältere Eozänzeit: Einwanderung der älteren Lemuridenschicht (Chamäleontiden: Seychellenfauna).

Mitte der Eozänzeit: 2. Phase: Loslösung der Seychellen und Amiranten.

---

[1]) Nach Werner, Zool. Jahrb. Abt. f. Syst. Bd. 15. 1902. S. 295—460.

Jüngere Eozänzeit: Einwanderung der jüngeren Lemuridenschicht (Lemuren, Insektivoren: Maskarenenfauna).
Ende der Eozänzeit: 3. Phase: Loslösung der Maskarenen.
Oligozänzeit und Anfang des Miozän: Einwanderung der Viverridenschicht. Entwickelung der Aepyornithen.
Mitte der Miozänzeit: 4. Phase: Loslösung der Komoren.
Jüngere Miozänzeit: Weitere Einwanderung der Viverridenschicht.
Ende der Miozänzeit: 5. Phase: Loslösung von Südafrika.
Pliozänzeit: Einwanderung der Suidenschicht.

Während aber die Landbrücke die ganze Tertiär- und Quartärzeit hindurch für Landtiere unpassierbar war, boten ihre Reste den flugfähigen Tieren wie manchen Pflanzen genügende Stützpunkte, um vielleicht noch im Miozän oder gar im Pliozän unter Vermeidung von Afrika nach Madagaskar zu kommen.

dd) Überblick über die Paläogäa.

§ **61. Jüngste Geschichte der Paläogäa.** Fassen wir nun noch einmal kurz die Folgerungen zusammen, die wir aus der Verbreitung der Lebewelt auf die jüngste Geschichte der Südkontinente ziehen können. In der mesozoischen Zeit finden wir die Südkontinente in Verbindung mit den nördlichen Gebieten, freilich können wir nicht annehmen, dass die drei Brücken zu gleicher Zeit bestanden haben. Zuerst verschwand jedenfalls die Australien mit Indien verbindende, dann brach die Verbindung zwischen Indien und Madagaskar und endlich auch die zwischen Nord- und Südamerika. Ausserdem muss wenigstens zeitweise auch eine Verbindung in äquatorialer Richtung stattgefunden haben quer über den Pazifischen und Atlantischen Ozean hinweg. Besonders die letzte Verbindung hat eine lange Dauer besessen. In der Eozänzeit sind die Südkontinente alle von den Nordkontinenten gelöst, nur transozeanisch kann ihre Lebewelt mit der nordischen sich austauschen. Dafür stehen aber die Südkontinente untereinander in Verbindung und mögen wenigstens in der älteren Eozänzeit ein breites Band gebildet haben, das sich von Australien über Ozeanien, Südamerika und Afrika bis nach Madagaskar und zu den Maskarenen ausdehnte, das sich aber durch eine Transgression quer über Südamerika in zwei Teile gliederte, in Iherings Archinotis und Archihelenis. Jeder dieser Teile zerfiel am Ende der Eozänzeit durch grossartige Senkungsvorgänge in die jetzigen Kontinente, indem die beiden mittleren Bruchstücke zu Südamerika sich verbanden. In der Pliozänzeit traten endlich die Süderdteile wieder in Verbindung mit den Norderdteilen, zum Teil vielleicht sogar schon im Miozän.

Vergleichen wir die Tierschichten der besprochenen drei Regionen miteinander, so zeigt sich in ihnen eine auffällige Ähnlichkeit, wie folgende Zusammenstellung beweist:

	Australien:	Südamerika:	Madagaskar:
Mesozoische Tierwelt:	Monotremenschicht.	Dasyuridenschicht.	Allotherienschicht.
Eozäne Tierwelt:	Marsupialierschicht.	Edentatenschicht.	Lemuridenschicht.
Pliozäne Einwanderer:	Muridenschicht.	Felidenschicht.	Suidenschicht.

In den ältesten Schichten finden wir in allen drei Fällen Tiere, die entweder schon lange in der Region einheimisch sind bez. sich in ihr in mesozoischer Zeit entwickelt haben, sowie solche, die von Norden her über Indien ins Land kamen, holarktische Typen mit den südlichen mischend. In äquatorialer Richtung fanden Wanderungen zwischen Afrika und Südamerika statt. Während in dieser Schicht die meridionalen Wanderungen vorwiegen, treten sie in der nächsten in den Hintergrund. Nur nach Südamerika kommen in dieser Zeit holarktische Formen direkt, in der Hauptsache fand aber der Austausch der Faunen in äquatorialer Richtung statt. Die Hauptmasse der holarktischen Formen kam erst im Pliozän in die drei Regionen, nachdem nur nach Madagaskar einige Vorläufer bereits im Miozän gelangt waren. Diese Einwanderung war aber für den Gesamtcharakter nicht ausschlaggebend. Unter allen Landtieren wird die Hauptmasse von den Tieren der beiden ältesten Schichten gebildet, besonders auffällig ist dieses Verhältnis bei den Mollusken Südamerikas. Nur bei den fliegenden Tieren und besonders bei den Vögeln sind zahlreiche nordische Formen nach Süden gelangt, die alten Formen zum Teil zurückdrängend, so dass Tiergeographen, die auf die Ornithologie sich stützten, wie Sclater und Reichenow, sich veranlasst sahen, die beiden amerikanischen Regionen in ein Reich zusammenzufassen im Gegensatz zu den übrigen Kontinenten.

§ 62. Alttertiäre Tierwelt der Paläogäa. Die Tierwelt der südlichen Kontinente lässt sich bei den höheren Tieren mit ziemlicher Vollständigkeit, bei den niederen Tieren in Auswahl, nach den im vorhergehenden gegebenen Tabellen für einzelne Perioden des Tertiär zusammenstellen, natürlich ist der Fall nicht ausgeschlossen, dass einzelne jüngeren Schichten zugeteilte Familien doch schon früher einzelne Vertreter im Süden besessen haben. Paläontologische Funde in noch wenig erforschten Ländern können uns da noch wichtige Aufklärungen bringen. Im folgenden soll nun die alttertiäre paläogäische Tierwelt übersichtlich zusammengestellt werden, die auf den Südkontinenten lange Zeit isoliert blieb und in der Hauptsache erst im Pliozän in Austausch mit den nordischen treten konnte. Wir werden uns dabei aber zunächst mit der Zusammenstellung der Ordnungen und Unterordnungen begnügen, da die grosse Anzahl der Familien die Übersicht erschweren würde. In die erste Reihe stellen wir Gruppen, die wir als rein südlich ansehen können, die also im nordischen Alttertiär keine fossilen Vertreter besitzen, sondern erst im Miozän, ausnahmsweise im Oligozän. In eine zweite Reihe stellen wir die Gruppen, die dem Norden und Süden in

alttertiärer Zeit gemeinsam sind und in die dritte die im Süden fehlenden Gruppen. Gruppen, die vor der Tertiärzeit ausstarben, sind mit zwei Kreuzen, alle seit der Tertiärzeit ausgestorbenen Gruppen mit einem Kreuz † bezeichnet, die ersten ausserdem noch in Klammern gesetzt.

Palaeogaea:	**Beide Reiche:**	**Kaenogaea:**
	Mammalia.	
Dysmopitheca.		Anthropomorpha.
Arctopitheca.		Cynopitheca.
Lemures.		†Prosimiae (§ 275).[1]
—		—
		Pinnipedia.
		Fissipedia.
		†Creodontia.
		—
	Microchiroptera.	Megachiroptera.
	—	—
Insectivora mit V-Molaren.		Insectivora mit W-Molaren.
—		—
Hystricomorpha.		Lagomorpha.
—		Myomorpha.
		Sciuromorpha.
		Protrogomorpha.
		—
	†Tillodontia.	
	—	
Hyracoidea.		†Amblypoda.
†Typotheria.		Artiodactyla.
†Toxodontia.		Perissodactyla.
†Litopterna.		†Condylarthra (§ 275).
†Pyrotheria.		—
Proboscidea.		
—		
	Sirenia.	
	—	
	Mystacoceti.	
	Odontoceti (seit Mi).	
	†Archaeoceti.	
Dasypoda.		
†Glyptodontia.		
†Gravigrada.		
Tardigrada.		
Vermilinguia.		
Nomarthra.		
—		
Diprotodontia.	Polyprotodontia.	(††Prodidelphia.)
Sparassodontia.	†Allotheria (§ 275).	(††Pantotheria.)
Monotremata.		
	Aves.	
Pachycephalidae.	Picariae.	Turdus-Gruppe (1 Ausn.).
Tanagra-Gruppe (1 Ausn.).	Macrochires.	Fringillidae.

[1]) Siehe hierzu § 268.

Palaeogaea:	Beide Reiche:	Kaenogaea:
Formicaria-Gruppe.		Sturnus-Gruppe.
Pseudoscines.		—
Colii.		Bucerotes.
—		Meropes.
Todiformes.		Halcyones.
Coraciae.		—
Caprimulgi.		Striges.
—		
Coccyges.		
Buccones.		
Trogoniformes.		
—		
Psittaciformes.		
—		
Columbae.		
Pterocletes.		
Crypturi.	Galliformes.	
—	—	
Palamedeornithes.	Phalaridornithes.	
	Geranornithes.	
	—	
	Charadriiformes.	
	Tubinares.	
	—	
	Raptatores.	
	Steganopodes.	
	Pelargoherodii.	
	Phoenicopteri.	
	—	
Aptenodytiformes.	Anseriformes.	Podicipitiformes.
—		(††Odontormi.)
Struthiornithes.		—
Rheornithes.		(††Odontalcae.)
Hippalectryornithes.		†Ratitae boreales.
†Aepyornithes.		(††Saurura.)
Apteryges (erst später entw.).		
	Reptilia.	
	(††Stegosauria.)	(††Pterosauria.)
	(††Theropoda.)	(††Ornithopoda.)
	(††Sauropoda.)	(††Ceratopsia.)
	—	(††Ornithichnites.)
		—
	Longirostres.	Brevirostres.
	—	(††Pseudosuchia.)
	Colubriformes.	(††Parasuchia.)
	Toxicophidia.	—
	(††Pythonomorpha.)	
Rhiptoglossa.	Eulacertilia.	
—	—	
Rhynchocephalia (bis Ma. nordisch).	†Proganosauria.	
	—	

Palaeogaea:	Beide Reiche:	Kaenogaea:
(††Pareiosauria.)	(††Theriodontia.)	(††Placodontia.)
	(††Anomodontia.)	
	—	
	Pleurodira.	Trionychia.
	Cryptodira.	
	Dermochelya.	
	—	
	(††Ichthyosauria.)	(††Sauropterygia.)
	Amphibia.	
Aglossa.	Arcifera.	Salamandrina.
—	Firmisternia.	Ichthyoidea.
Apoda.	—	—
	(††Temnospondyli.)	(††Lepospondyli.)
	(††Stereospondyli.)	
	Pisces.	
	Acanthopterygii.	Anacanthini.
	Pharyngognathi.	Plectognathi.
	Physostomi.	Lophobranchii.
	—	—
	†Pycnodontidae.	Amiadae.
	Lepidosteidae.	(††Heterocerci [im Karbon auch Australien].)
	?Crossopterygidae.	(††Acanthodidae.)
	—	Chondrostei.
		(††Placodermi.)
		(††Cephalaspidae.)
		(††Pteraspidae.)
		—
Neodipnoi.	Paladipnoi.	(††Ctenodipterini.)
—	—	—
	Holocephali.	
	Batoidei.	
	Squalidae.	
	—	
	Hyperotreti.	
	Hyperoartia.	
	Leptocardii.	
	—	

Die Ordnungen und Unterordnungen der lebenden Arthropoden und Mollusken sind alle in die mittlere Reihe zu setzen, wir verzichten daher auf ihre Aufzählung. Wir sehen aus der Zusammenstellung, dass die gemeinsamen Formen sich immer mehr häufen, je tiefer wir im Tierreiche herabsteigen, wie das auch nach dem Alter der einzelnen Tierklassen ganz erklärlich ist. Am ausgeprägtesten ist der Unterschied bei den Säugetieren besonders bei den plazentalen. Nur die Meeressäugetiere bilden eine allerdings nicht auffällige Ausnahme, da sie durch das die Paläogäa von der Känogäa trennende Mittelmeer nicht aufgehalten wurden. Die plazentalen Landtiere müssen dagegen die Trennung deutlich zeigen, da sie in der Hauptsache erst im Tertiär sich differen-

ziert haben. Auch die Vögel zeigen noch auffallende Unterschiede. Das Mittelmeer muss also breit genug gewesen sein, um wenigstens den meisten Vogelgruppen den Übergang von einem Reiche zum anderen nicht zu gestatten. Bei den Reptilien und Amphibien dagegen überwiegen bereits die gemeinsamen Formen, da beide schon seit der paläogäischen Zeit sich hatten über die Erde ausbreiten können. Der prozentuale Wert der gemeinsamen amphimediterranen Unterordnungen beträgt nach obiger Zusammenstellung bei den

Landsäugetieren	8%	bezw.	4%
Plazentaliern	15%	„	15%
Marsupialiern	25%	„	50%
Prototherien	33%	„	0%
—	—		—
Säugetieren	20%	„	17%
Vögeln	26%	„	29%
Reptilien	54%	„	64%
Amphibien	44%	„	33%
Fischen	52%	„	67%.

Die erste Zahlenreihe gilt bei Einrechnung, die zweite bei Auslassung der fossilen Unterordnungen. Wenn nun die Zahlen auch nur sehr relativen Wert haben können wegen der Unsicherheit der Abgrenzung der Unterordnungen, so geben sie doch immerhin ein deutliches Bild von dem oben behaupteten. Hätten wir statt der Unterordnungen die Familien verteilt, so würde natürlich der Prozentsatz der gemeinsamen Typen viel geringer werden. Um dies zu zeigen, sollen im folgenden die Unterordnungen der mittleren Reihe im einzelnen betrachtet und ihre Familien auf dieselben drei Reihen verteilt werden.[1]) Dann werden wir auch die wirbellosen Tiere mit berücksichtigen können.

Palaeogaea:	**Beide Reiche:**	**Kaenogaea:**
	Chiroptera.	
Noctilionidae.	Vespertilionidae.	Rhinolophidae.
Phyllostomidae.		Pteropidae.
	Insectivora.	
?Macroscelididae.		Erinaceidae.
Potamogalidae.		†Dimylidae.
Chrysochloridae.		Soricidae.
Centetidae.		Tupajidae.
Solenodontidae.		Myogalidae.
		Talpidae.
		†Adapisoricidae.
		†Ictopsidae.
	†Tillodontia (§ 275).	
	†Incertae sedis.	†Stylinodontidae.
		†Tillotheriidae.
		†Esthonychidae.

1) Vergl. § 275.

Palaeogaea:	**Beide Reiche:**	**Kaenogaea:**
	Sirenia.	
	†Incertae sedis.	Halicoridae.
	Manatidae.	
	†Prorastomidae.	
	Cetacea.	
	Balaenidae.	
	Balaenopteridae.	
	—	
	Physeteridae (seit Mi.).	Ziphiidae (seit Mi.).
	Delphinidae (seit Mi.).	Monodontidae (seit Diluv.).
	Platanistidae (seit Mi.).	
	†Squalodontidae (seit Mi.).	
	—	
	†Zeuglodontidae.	
	Polyprotodontia.	
†Microbiotheridae.		Didelphyidae.
Dasyuridae.		
Myrmecobiidae.		
Peramelidae.		
Notoryctidae.		
	†Allotheria (§ 275).	
	(††Tritylodontidae.)	†Polymastodontidae.
		†Plagiaulacidae.
		†Bolodontidae.
	Picariae.	
Megalaemidae.		Picidae.
Rhamphastidae.		Yungidae.
		Indicatoridae.
	Macrochires.	
Trochilidae.		Cypselidae.
	Galliformes.	
Megapodiidae.		Tetraonidae.
Cracidae.		Phasianidae.
Opisthocomidae.		
	Phalaridornithes.	
Turnicidae.	Rallidae.	
Heliornithidae.		
Mesitidae.		
	Geranornithes.	
Cariamidae.		Gruidae.
†Phororhachidae.		
Aramidae.		
Psophiidae.		
Eurypygidae.		
Aptornithidae (erst später entw.).		
Rhinochetidae.		
†Stereornithes geranoidei.		
	Charadriiformes.	
Chionididae.	Scolopacidae.	Otididae.
Thinocoridae.	Charadriidae.	Alcidae.
Parridae.	?Laridae.	
Glareolidae.		

Palaeogaea:	Beide Reiche:	Kaenogaea:
	Tubinares.	
	?Procellaridae.	
	Raptatores.	
Vulturidae.	?Aquilidae (paläogäisch?).	Accipitridae.
Sarcorhamphidae.		Falconidae.
Serpentariidae.		Pandionidae.
Polyboridae.		
Buteonidae.		
Gypaëtidae.		
	Steganopodes.	
Plotidae.	?Pelecanidae (paläogäisch?).	Sulidae.
Phaethontidae.		Phalacrocoracidae.
	Pelarycherodii.	
Scopidae.	?Ardeidae (paläogäisch?).	
Balaenicipidae.	?Plataleïdae (paläogäisch?).	
Ciconiidae.		
	Phoenicopteri.	
	Phoenicopteridae.	
	Anseriformes.	
	Anatidae.	
	†Gastornithidae.	
	(††Stegosauria.)	
	††Stegosauridae.	††Scelidosauridae.
	(††Theropoda.)	
	††Megalosauridae.	††Hallopidae.
	††Zanclodontidae.	††Compsognathidae.
		††Coeluridae.
		††Anchisauridae.
		††Ceratosauridae.
	(††Sauropoda.)	
	††Incertae sedis.	††Diplodocidae.
		††Morosauridae.
		††Atlantosauridae.
		††Cetiosauridae.
	Longirostres.	
	(††Macrorhynchidae.)	Gavialidae.
	(††Teleosauridae.)	Rhynchosuchidae.
		(††Metriorhynchidae.)
	Colubriformes.	
Typhlopidae (in Kr. auch nordisch).	Pythonidae.	Tortricidae.
Calamariidae.		Xenopeltidae.
Oligodontidae.		Uropeltidae.
Colubridae.		Erycidae.
Homalopsidae.		Acrochordidae.
Psammophidae.		
Rachiodontidae.		
Dendrophidae.		
Dryiophidae.		
Dipsadidae.		
Scytalidae.		
Lycodontidae.		
Amblycephalidae.		

Palaeogaea:	**Beide Reiche:**	**Kaenogaea:**
	Toxicophidia.	
Elapidae.		Crotalidae.
Dendraspididae.		Viperidae.
Atractaspididae.		
Hydrophidae.		
	(††Pythonomorpha.)	
	††Mosasauridae.	††Plioplatecarpidae.
	Lacertilia.	
Chamaeleontidae.	Iguanidae.	†Incertae sedis.
Trogonophidae (erst später entw.).		Varanidae.
		Lacertidae.
Chirotidae.		Ophisauridae.
Amphisbaenidae.		Agamidae.
Lepidosternidae.		(††Dolichosauridae.)
Helodermidae.		
Tejidae.		
Zonuridae.		
Chalcidae.		
Anadiadae.		
Chirocolidae.		
Iphisadae.		
Cercosauridae.		
Chamaesauridae.		
?Gymnophthalmidae.		
Pygopodidae.		
Aprasiadae.		
Lialidae.		
?Scincidae.		
Ophiomoridae (erst später entw.).		
Sepidae.		
Acontiadae.		
Geckotidae.		
	Rhynchocephalia.	
(††Mesosauridae.)	(††Proterosauridae.)	†Champsosauridae.
		(††Neustosauridae.)
	—	—
Sphenodontidae (im Ma. nordisch).		(†Rhynchosauridae.)
	(††Theriodontia.)	
(††Endothiodontidae.)	††Pariotychidae.	††Diadectidae.
	††Cynodontidae.	
	(††Anomodontia.)	
	Pleurodira.	
	Chelydidae.	†Amphichelydidae.
	Cryptodira.	
?Cinosternidae.	Chersidae.	Emydidae.
	Dermatemydidae.	Chelydridae.
	Chelonidae.	(††Thalassemydidae.)
	Dermochelydidae.	†Chelonemydidae.
		Platysternidae.
	(††Ichthyosauria.)	
	††Ichthyosauridae.	

Palaeogaea:	Beide Reiche:	Kaenogaea:
	Arcifera.	
Cystignathidae.		Bufonidae.
Hylidae.		Pelobatidae.
Dyscophidae.		Discoglossidae.
		†Palaeobatrachidae.
	Firmisternia.	
Hemiphractidae.	Ranidae.	
Amphignathodontidae.		
Dendrophryniscidae.		
Dendrobatidae.		
Engystomatidae.		
	(††Stereospondyli.)	
	††Labyrinthodontidae.	††Gastrolepidoti.
	(††Temnospondyli.	
††Micropholididae.		††Rhachitomi.
		††Embolomeri.
		††Incertae sedis.
	Acanthopterygii (Auswahl).	
?Polynemidae.	Percidae.	Gasterosteidae.
Malacanthidae.	Pristipomatidae.	Aphroderidae.
Nandidae.	Sparidae.	?Cirrhitidae.
Polycentridae.	Squamipennes.	?Scorpaenidae.
	Trachinidae.	Cottidae.
	Sphyrenidae.	?Sciaenidae.
	Trichiuridae.	†Palaeorhynchidae.
	Mugilidae.	Comephoridae.
	Gobiesocidae.	Teuthididae.
		Acronuridae.
		Hoplegnathidae.
		Labyrinthici.
		Trichonotidae.
		Cepolidae.
		Fistularidae.
		Psychrolutridae.
		Notacanthidae.
		†Blochiidae.
	Pharyngognathi.	
Chromidae (inKr. nordisch).	?Gerridae.	Pomacentridae.
		Labridae.
		Embrotocidae.
	Physostomi.	
Characinidae.	Siluridae.	(††Saurocephalidae.)
Haplochitonidae.	Cyprinodontidae.	(††Hoplopleuridae.)
Galaxiadae.	Osteoglossidae.	†Stratodontidae.
Mormyridae.	Clupeidae.	Salmonidae.
Gymnarchidae.		Percopsidae.
Gymnotidae.		Esocidae.
Symbranchidae.		Umbridae.
		?Scombresocidae.
		Heteropygii.
		Cyprinidae.

Palaeogaea:	Beide Reiche:	Kaenogaea	
		Gonorhynchidae.	
		Hyodontidae.	
		Notopteridae.	
		Chirocentridae.	
		Muraenidae.	
		Sternoptychidae.	
		?Scopelidae.	
		Stomiatidae.	Tiefsee.
		Alepocephalidae.	
		Halosauridae.	
	†Pycnodontidae.		
	Lepidosteidae.		
	Ginglymodi.	(††Saurodontidae.)	
	(††Rhynchodontidae.)	(††Sphaerodontidae.)	
		(††Stylodontidae.)	
	Crossopterygii.		
Polypteridae.		(††Rhombodipterini.)	
		(††Cyclodipterini.)	
		(††Coelacanthini.)	
		(††Phaneropleurini.)	
	Paladipnoi.		
	Ceratodidae (seit Kr. nur paläogäisch).		
	Holocephali.		
	Chimaeridae.		
	Plagiostomi (Auswahl).		
	Myliobatidae.	(††Petalodontidae.)	
	Trygonidae.	(††Psammodontidae.)	
	—	Pristiphoridae.	
		—	
		Cetracionidae.	
Rhinodontidae.		(††Xenacanthidae.)	
		(††Cochliodontidae.)	
		(††Hybodontidae.)	
	Cyclostomi.		
	Leptocardii.		
	Hymenoptera (Auswahl).		
Myrmicidae: Attinae.	Myrmicidae Genuinae.		
„ Cryptocerinae.	Poneridae.		
„ Pseudomyrminae.	Camponotidae.		
Dorylidae.			
Dolichoderidae.			
Odontomachidae.			
	Rhopalocera.		
Danaidae.	Nymphalidae.	?Lycaenidae.	
Heliconidae.	Pieridae.		
Elymnidae.	Papilionidae.		
Morphidae.	Hesperidae.		
Brassolidae.	Satyridae.		
Acraeidae.			
Libytheidae.			
Nemeobiidae.			
Eurygonidae.			
Erycinidae.			

Palaeogaea:	Beide Reiche:	Kaenogaea:
	Heterocera.	
Uraniidae.	Sphingidae.	Aegeriidae.
Castniidae.	?Cossidae.	Stygiidae.
Agaristidae.	Zygaenidae.	
	Arctiidae.	
	Hepialidae.	
	Bombycidae.	
	Noctuidae.	
	Geometridae.	
	Coleoptera (Auswahl).	
?Trogidae.	Cicindelidae.	
Hybosoridae.	Carabidae.	
Orphnidae.	—	
?Hoplidae.	Elateridae.	
Rutelidae.	Buprestidae.	
Glaphyridae.	Cleridae.	
Passalidae.	Malacodermidae.	
	Lymexylonidae.	
	Mentophilidae.	
	Lycidae.	
	—	
	Aphodiidae.	
	Dynastidae.	
	Copridae.	
	Geotrupidae.	
	Cetoniidae.	
	Melolonthidae.	
	Lucanidae.	
	—	
	Prionidae.	
	Cerambycidae.	
	Lamiidae.	
	—	
	Tenebrionidae.	
	—	
	Brenthidae.	
	Orthoptera (Auswahl).	
	Gryllidae.	
	Locustidae.	
	Conocephalidae.	
	Phaneropteridae.	
	Acrididae.	
	Phasmidae.	
	Mantidae.	
	Forficulidae.	
	Thysanura.	
	Pulmonata.	
	Helicidae.	
	Limacidae.	
	Oncidiidae.	
	Limnaeidae.	
	Auriculidae.	

Palaeogaea:	Beide Reiche:	Kaenogaea:
	Prosobranchiata (Auswahl).	
Diplommatinidae.	Aciculidae.	
Helicinidae.	Cyclostomidae.	

Wir sehen, dass auch hier bei den niederen Tierformen die gemeinsamen Typen hervortreten. Unter diesen befinden sich wieder zahlreiche Gattungen, die für die Paläogäa bez. Känogäa endemisch waren. Nur wenige sind beiden alttertiären Reichen gemeinsam. Noch weniger ist dieses mit den Arten der Fall. Es sei nur noch der Versuch gemacht, bei wenigen der oben als gemeinsam bezeichneten Familien die Gattungen zu sondern, wobei aber nur die Gattungen berücksichtigt werden sollen, die jetzt noch in der alten Paläogäa einschliesslich Afrikas wohnen.

Palaeogaea (im Alttertiär):	Beide Reiche:	Kaenogaea (später eingewandert):
	Vespertilionidae.	
×Nycticejus 2 4.	?Vespertilio 1 2 3 4.	×Kerivoula 4.
×Taphozous 1 2 3 4.		×Miniopteris 1 4.
×Scotophilus 1 2.		×Nyctophilus 1.
×Lasiurus 2.		
Natalis 2.		
Furipterus 2.		
Thyroptera 2.		
Nycticellus 2.		
Diclidurus 2.		
	†Tillodontia.	
†Entocasmus 2.		
	Sirenia.	
†Chronozoon Pl. 1.		×Halicore 1.
Manatus 2 4.		×†Prorastoma veronensis.
†Ribodon Mi. 2.		
†Antaodon Pl. 2.		
†Prorastoma sirenoides 2.		
	Rallidae.	
×Porphyrio 1 2 3 4.	×Rallus 1 2 3 4.	×†Porzana 1 2 3 4.
?Himantornis 4.		×Gallinula 1 2 3 4.
×?Aramides 2.		×Fulica 1 2 3 4.
Tribonyx 1.		?×Eulabeornis 1 4.
Ocydromus 1.		×Rallina 1.
†Notornis 1.		Habroptila 1.
Cabalus 1.		Pareudiastes 1.
†Aphanapteryx 3.		
†Erythromachus 3.		
†Leguatia 3.		
	Scolopacidae.	
?×Ereunetes 2.		×Gallinago 1 2 3 4.
×Rhynchaea 1 2 3 4.		×Scolopax 1.
—		×Macrorhamphus 2.
		×Calidris 2 3 4.

Palaeogaea (im Alttertiär):	**Beide Reiche:**	**Kaenogaea** (später eingewandert):
—	—	—
?×Micropelama 2.	×Numenius 1 2 3 4.	×Limosa 1 2 3 4.
		×Totanus 1 2 3 4.
		×Tringoides 1 2 3 4.
		×Himantopus 1 2 3 4.
		×Tringa 1 2 3 4.
		×Terekia 1.
		×Recurvirostra 1 2 4.
		×Phalaropus 2.
		?Cladorhynchus 1.
	Charadriidae.	
×Vanellus 2.	×Charadrius 1 2 3 4.	×Haematopus 1 2 3 4.
×Oedicnemus 1 2 3 4.		×Aegialitis 1 2 3 4.
×Hoplopterus 1 2 3 4.		×Strepsilas 1 2 3 4.
×Eudromia 1 2 3 4.		×Squatarola 1 2 3 4.
Thinornis 1.		×Aesacus 1.
Anarhynchus 1.		Erythrogonys 1.
Phaegornis 2.		Pedionomus 1.
Oreophilus 2.		×Aphriza 2.
Pluvianellus 2.		×Dromas 3.
		×Chaetusia 1 3 4.
	Laridae.	
×Rhynchops 2 3 4.		×Stercorarius 1 2 3 4.
?×Anous 1 2 3 4.		—
?×Hydrochdidon 1 2 3 4.		×Larus 1 2 3 4.
Naenia 2.		×Sterna 1 2 3 4.
		×Gygis 1 3 4.
	Procellaridae.	
×Diomedea 1 2 3 4.		×Procellaria 1 2 3 4.
Prion 1 2 3 4.		×Fulmarus 1 2 3 4.
Pelecanoides 1 2 3 4.		×Puffinus 1 2 3 4.
	Aquilidae.	
×Spizaëtus 1 2 4.		?×Aquila 4.
×Lophotriorchis 2.		?×Haliaëtus 1 3 4.
×Nisaëtus 1 4.		?×Milvus 1 3 4.
Spiziastur 2.		?Uroaëtus 1.
Lophaëtus 4.		?×Butastur 1 4.
Asturinula 4.		?×Haliastur 1.
Herpetotheres 2.		?Lophoictinia 1.
Dryotriorchis 4.		?Gypoictinia 1.
×Circaëtus 4.		?Henicopernis 1.
Helotarsus 4.		?×Pernis 3 4.
Gypohierax 4.		
×Nauclerus 2.		
Elanoides 4.		
Rosthramus 2.		
Leptodon 2.		
×Elanus 1 2 4.		
Gampsonyx 2.		
×Machaerhamphus 3 4.		
	Pelecanidae.	
×Pelecanus 1 2 3 4.		×?†Protopelecanus.

Palaeogaea (im Alttertiär):	**Beide Reiche:**	**Kaenogaea** (später eingewandert):
	Ardeidae.	
Tigrisoma 2 4.		?×Ardea 1 2 3 4.
Cancroma 2.		?×Nycticoma 1 2 3 4.
†Ardetta 2.		?×Botaurus 1 2 3 4.
	Plataleidae.	
×Geronticus 1 2 3 4.		?×Platalea 1 2 3 4.
		?×Falcinellus 1 2 3 4.
	Phoenicopteridae.	
×Phoenicopterus 2 3 4.		
	Anatidae.	
—		×Cygnus 1 2 3 4.
—		—
×Callochen 4.		×Anser 2.
×Sarkidiornis 2 4.		×Bernicla 1 2 3 4.
Plectropterus 4.		×Tadorna 1.
×Nettapus 1 3 4.		×Casarca 1 3 4.
Chenalopex 2.		Cereopsis 1.
?×Chloephaga 2.		Anseranas 1.
—		†Cnemiornis 1.
		—
×Dendrocygna 1 2 3 4.		×Anas 1 2 3 4.
Cairina 2.		×Querquedula 1 2 3 4.
		×Mareca 1 2.
		×Dafila 2.
—		×Spatula 1 2 3 4.
		×Aix 2.
		Malacorhynchus 1.
		—
Thalassornis 4.		×Fuligula 1.
Hymenolaemus 1.		×Aethya 1 4.
Micropterus 2.		Biziura 1.
Metopiana 2.		—
Nesonetta 1.		×Erismatura 2 4.
Merganetta 2.		—
		×Mergus 1 2.
	†Gastornithidae.	
†Mesembriornis 2.		
	Iguanidae (Auswahl).	
Oplurus 2 4.	Iguana 2.	
Oreodeira 1.		
Brachylophus 1.		
Amblyrhynchus 2.		
Conocephalus 2.		
Tropidurus 2.		
Basiliscus 2.		
usw.		
	Chelydidae.	
Pelomedusa 3 4.	Podocnemis 2 3.	
Sternotheres 3 4.		
Chelodina 1.		
Chelemys 1.		

Palaeogaea (im Alttertiär):	**Beide Reiche:**	**Kaenogaea** (später eingewandert):
Elseya 1.		
Platemys 1 2.		
Chelys 2.		
Hydromedusa 2.		
Peltocephalus 2.		
	Chersidae.	
†Meiolania (jünger) 1 2.	×Testudo 2 3 4.	
	Dermatemydidae.	
Claudius 2.	Dermatemys 2.	
Staurotypus 2.		
	Ranidae (Auswahl).	
Ceratobatrachus 1.	×Rana 1 2 3 4.	
Batrachylodes 1.		
Mantidactylus 3.		
Rappia-Hyperolius 3 4.		
×Rhacophorus 3.		
Megalixalus 3 4.		
	Siluridae (Unterfamilien).	
Anomalopterae 2.	×Proteropterae 1 2 4.	×Homalopterae 4.
×Stenobranchiae 2 3.	×Pimelodinae 1 2 4.	×Heteropterae 4.
×Proteropodes 2.	×Ariinae 2 4.	×Proteropterae 1 2 4.
Opisthopterae 2.		×Bagrinae 2 4.
Branchicolae 2.		×Bagarinae.
	Cyprinodontidae.	
×Haplochilus 2 3 4.		Poicilia 2.
Fitzroya 2.		×Fundulus 4.
Orestias 2.		Characodon 2.
Jenyusia 2.		Limnurgus 2.
?Girardinus 2.		Lucania 2.
		Pseudoxiphophorus 2.
		Belonesox 2.
		Gambusia 2.
		×Molienesia 2.
		Platypoicilus 2.
		Lepistes 2.
		?Anableps 2.
		?Rivulus 2.
	Osteoglossidae.	
×Osteoglossum 1 2.		
Arapaima 2.		
Heterotis 4.		
†Anaedopogon 2.		
	Satyridae (Auswahl).	
Euptychia 2.		×Satyrus 4.
Elina 2.		×Chionabas 2.
Argyrophenga 1.		×Debis 1 4.
Acrophthalmia 1.		×Melanitis 1 4.
usw.		×Mycalesis 1 4.
		×Yphthima 1 4.
		×Hipparchia 4.
		×Caenonympha 4.
		×Erebia 4.

Palaeogaea (im Alttertiär):	**Beide Reiche:**	**Kaenogaea** (später eingewandert):
×Junonia 1 2 3 4. Euryphone usw. 4. Siderone usw. 2. ×Nymphalis 1 3 4. ×Neptis 1 3 4. ×Diadema 1 3 4. ×Cyrestis 1 3 4. ×Eurythele 3 4. ×Ergolis 3 4.	Nymphalidae (Auswahl).	×Apatura 1 2. ×Limenitis 1 2. ×Argynnis 1. ×Pyrameis 1 2 3 4. Alle australische Gattungen 1.
×Callidryas 1 2 3 4. ×Terias 1 2 3 4. ×Tachyris 1 2 3 4. ×Pontia 1 3 4. ×Eronia 1 3 4. ×Thestias 1 3 4. ×Natalis 2. ×Kricogonia 2. usw.	Pieridae (Auswahl).	×Colias 1 2 3 4. ×Pieris 1 2 3 4. ×Gonepteryx 2. ×Thyca 1. ×Iphias 1. usw.
Eurycus 1. Euryades 2.	Papilionidae. ×Papilio 1 2 3 4.	
Oxynethra 2 4. Leucochitonea 2 4. Pardaleodes 2 4. usw.	Hesperidae (Auswahl).	×Erynnis 2. ×Nisoniades 2 3 4. ×Hesperia 1 2 3 4. ×Pamphila 1 2 3 4.
Peridexia 2 3. ×Odontochila 2. Megacephala 1 2 4. Ctenostoma 2. Pogonostoma 3. ?Tetracha 1 2. usw.	Cicindelidae (Auswahl).	×Cicindela 1 2 3 4. ×Therates 1. ×Tricondyla 1.
×Catascopus 1 2 3 4. ×Coptodera 1 2 3 4. ×Colopodes 1 2 3 4. ×Caasnonia 1 2 3 4. Drimostoma 1 2 3 4. ×Selenophorus 1 2 4. ×Ega 1 2. ×Callida 1 2 4. ×Tetragonoderus 1 2 4. Pseudomorpha 1 2. Agra 1 2. Cascelius 2. Barypus 2. Cardiophthalmus 2.	Carabidae (Auswahl).	×Trechus 1 2. ×Dyschirus 1 2. ×Omaseus 1 2 4. ×Steropus 1 2 4. ×Platysoma 1 2 4. ×Pterostichus 1 2 4. ×Dromius 1 2 4. ×Calathus 1. ×Olisthopus 1. ×Percus 1. ×Helluomorpha 2. ?×Carabus 2 4. ×Laemosthenes 2.

Palaeogaea (im Alttertiär):	**Beide Reiche:**	**Kaenogaea** (später eingewandert):
Promecoderus 1.		
Migadops 2.		
Heterodactylus 1.		
Pristomcyclus 1.		
Homalosoma 1 3.		
Lia 2 4.		
×Hyperolithus 2 4.		
×Galerita 2 4.		
Goniotropis 2 4.		
Alindria 2 4.		
×Distrigus 3.		
Microchila 3.		
usw.		
	Buprestidae (Auswahl).	
Curis 1 2.	×Buprestis 1.	×Agrilus 1 2 3 4.
Acherusia 1 2.		×Dicerca 2.
×Conognatha 1 2.		×Ptosima 2.
×Brachys 1 2.		usw.
×Cinyra 1 2.		
Stigmodera 1 2.		
×Sponsor 1 3.		
×Belionota 1 2 4.		
×Psiloptera 2 3 4.		
Actenodes 2 4.		
Polybothris 3.		
×Polycesta 2 3.		
×Acmaeodera 2 4.		
×Colobogaster 2 4.		
×Chrysochroa 3 4.		
usw.		
	Cetoniidae (Auswahl).	
Schizorhina 1.	×Cetonia 4.	×Valgus 1 3 4.
Doryscelis 3.		Trigonopeltastes 2.
Chromoptila 3.		
Glyciphana 3.		
Stethodesma 2 4.		
Gymnetis 2.		
Clinteria 4.		
usw.		
	Lucanidae (Auswahl).	
Syndesus 1 2.		×Platycerus 2.
Streptocerus 2.		usw.
Lamprima 1.		
Frigulus 1 3 4.		
usw.		
	Prionidae (Auswahl).	
Mallodon 1 2 4.	×Prionus 1 3.	Ergates 2.
×Closterus 2 3.	Parandra 1 2 4.	
Monodesmus 2.		
usw.		

Palaeogaea (im Alttertiär):	**Beide Reiche:**	**Kaenogaea** (später eingewandert):
×Leptocera 1 3. Ceratophorus 1 4. ×Xystrocera 1 4. Hammatocerus 1 2. Syllitus 1 2. Pseudocephalus 1 2. ×Oeme 2 4. ×Cyrtomerus 2 4. ×Smodicum 2 4. Philematium 2 3 4. usw.	Cerambycidae (Auswahl). ×Necydalis 1 2. ×Toxotus 3.	×Leptura 2 4.
Batocera 1 4. Oopsis 1 3 4. ×Apomecyna 1 2 3 4. Lagochirus 1 2. Leptostylus 1 2. Zygocera 1 2. ×Phaea 2. ×Pachypeza 2. Spalacopsis 2 3. ×Exocentrus 1 2 4. ×Acanthoderes 1 2 4. ×Coptops 3. ×Praonetha 3. Tropidema 3. Mythergates 3. Sulemus 3. Coedomaea 3. usw	Lamiidae (Auswahl).	×Acanthocinus 1 2. ×Mesosa 2. ×Saperda 1 2 3 4.
Ennoboeus 1 2. ×Doliema 2. Ammophorus 1 2. ×Zophosis 4. usw.	Tenebrionidae (Auswahl).	×Pimelia 1 2 3 4. usw.
×Bulimus 1 2 4. ×Cylindrella 1 2. Simpulopsis 1 2. Partula 1 2. ×Geostilbia 1 2. ×Eustreptaxis 1 2 3 4. ×Odontartemon 1 2 3 4. Achatinella 1. ×Achatina 1 2 3 4. ×Stenogyra 2 4. ×Glandina 2 4. Columna 3 4. ×Bulimulus 2. usw.	Helicidae (Auswahl). ×Clausilia 2 4. ×Helix 1 2 3 4. ×Nannina 1 4. ×Buliminus 1 2 3 4. ×Cionella 1 2 3 4. ×Dandebardia 1. ×Testacella 1. ×Zonites 2. ×Balea 2. ×Hyalina 2. ×Vitrina 1 3 4. usw.	

Palaeogaea (im Alttertiär):	**Beide Reiche:**	**Kaenogaea** (später eingewandert):
	Cyclostomidae (Auswahl).	
×Megalomastoma 2 3.	×Cyclophorus 1 2 3 4.	
Otopoma 1 2 3.	×Cyclotus 1 2 3 4.	
×Hydrocena 1 2 4.	×Cyclostoma 1 2 3.	
×Omphalotropis 1 3.	usw.	
Hainesia 2 3.		
usw.		

Die Zahlen hinter den Gattungen bezeichnen die Regionen, die zusammen die alttertiäre Paläogäa bildeten und zwar 1 die australische, 2 die neotropische, 3 die madagassische und 4 die äthiopische. Mit dem Zeichen × sind die Gattungen bezeichnet, die jetzt noch in der alten Känogäa, also der holarktischen oder orientalischen Region sich finden. Zu der Zusammenstellung ist noch zu bemerken, dass dieselbe nur einen ersten Versuch darstellen soll, und dass besonders bei den niederen Tieren manche Gattungen, die in der ersten Reihe stehen, lieber hätten in die zweite gesetzt werden sollen. Ebenso ist die Unterbringung der endemischen Gattungen meist eine zweifelhafte. Manche von ihnen, die in der dritten Reihe stehen, besonders australische, gehören vielleicht in die erste. Darin wird erst eine genaue Untersuchung der verwandtschaftlichen Beziehungen der Gattungen untereinander Klarheit bringen können, die sich aber bei den Mollusken nicht nur auf die Gehäuse beziehen dürfte. Betreffs des paläontologischen Materials werden wir ja leider immer nur auf diese angewiesen sein, und deshalb sehr vorsichtig in der Vergleichung moderner mit fossilen Typen sein müssen.

b) Mesogäisches Reich.

§ 63. Das paläogäische Reich bestand aus Regionen, die besonders in der älteren Tertiärzeit in lebhaftem Wechselverkehr sich befanden, es spielte in jener Zeit schon dieselbe Rolle wie jetzt als selbständiges Lebensgebiet. Ganz anders liegen die Verhältnisse bei der Mesogäa. Dieses Reich hat in der jüngsten Zeit sich ausgebildet, erst seit dem Pliozän können wir von ihm reden, während es vorher nur eine Paläogäa und eine Känogäa gab. Infolgedessen besteht das Reich aus heterogenen Elementen, aus einem Teile der Paläogäa, das ist die äthiopische, und aus einem Teile der alten Känogäa, das ist die orientalische Region. Infolgedessen sind in der ersten Region die südlichen Formen noch ziemlich reichlich vertreten, während in der zweiten die nordischen Typen in viel höherem Grade überwiegen. Trotzdem ist aber die Übereinstimmung beider Regionen gross genug, um ihre Zusammenfassung zu einem Reiche zu rechtfertigen, wenn dieses auch nicht den gleichen historischen Wert besitzt wie die Paläogäa und die Känogäa.

aa) Äthiopische Region.

§ 64. **Grenzen.** Auch diese Region nehmen wir in der Wallaceschen Abgrenzung an. Die Nordgrenze ist freilich rein konventionell, doch ist das in diesem Falle auch nicht anders möglich. Die ganze Wüste ist ja eigentlich Grenze und wo sie nicht ist, da mischen sich die Faunen wie am Nil, deshalb ist eine Grenzlinie, die dem Wendekreise in der Hauptsache folgt, nicht schlechter als eine andere. Sie ist gewissermassen ein mittlerer Wert. Viele afrikanische Tierfamilien erreichen sie noch nicht, andere gehen über sie noch ein Stück hinaus, indem die einen nur bis an den Südrand der Wüste, andere bis an den Fuss des Atlasgebirges und selbst über dieses hinweg gekommen sind. Von ozeanischen Inseln schliessen sich an die Region an Ascension, St. Helena und Kerguelen, sowie die anderen Inseln südlich von der madagassischen Region.

§ 65. **Lebewelt der Region.** Wenden wir uns nun der Betrachtung der äthiopischen **Säugetiere** zu, so ist die auffälligste Tatsache in ihrer Geschichte das Auftreten von Tiergruppen, die im Miozän und Pliozän von Europa und Indien sich fanden. Freilich dokumentiert sich diese angenommene pliozäne Einwanderung nicht wie in Südamerika durch fossile Reste, diese fehlen in Afrika leider völlig. Wir sind hier vielmehr auf die vergleichende Tiergeographie angewiesen. Die jetzt in Afrika vorherrschenden Formen nordischer plazentaler Säugetiere finden sich alle in den unterpliozänen Siwalikschichten Indiens, also können wir annehmen, dass von hier die Einwanderung erfolgte und nicht von Europa direkt, wie Wallace es angenommen hat. Wir bezeichnen diese pliozänen Einwanderer nach der Familie, die in Afrika den höchsten Grad von Differentiation erlangte, als Antilopidenschicht. Doch diese Tiere waren nicht die ältesten nordischen Typen, die die Region erreichten. Wie wir bei Madagaskar sahen, müssen bereits im Oligozän oder im älteren Miozän einzelne Familien ins Land gekommen sein. Da diese Schicht mit der betreffenden der madagassischen Region identisch ist, bezeichnen wir sie ebenfalls als Viverridenschicht. Eine noch ältere Tiergruppe wird durch die Formen repräsentiert, die Beziehungen zu Südamerika zeigen. Wir nennen sie die Hyracoidenschicht. Diese entspricht der madagassischen Lemuridenschicht, ist aber mit ihr nicht identisch, aus diesem Grunde wählen wir für sie auch einen anderen Namen. Endlich besass Afrika bereits vor der Einwanderung dieser Säugetiere eine einheimische Tierwelt, die wir als Tritylodontidenschicht bezeichnen wollen. Von dieser zeugen nur die beiden fossilen Gattungen Tritylodon und Theriodesmus aus den Karooschichten Südafrikas. Die Säugetierwelt der Region bestand jedenfalls ausschliesslich aus Allotherien, die in Australien zu Monotremen, in Südamerika zu den modernen Marsupialiern, im Norden durch die Pantotherien und Prodidelphyier zu den Plazentaliern sich entwickelten,

in Afrika und Madagaskar dagegen keine Nachkommen hinterliessen. Damit ist natürlich nicht gesagt, dass die Allotherien sich hier nicht weiter entwickelt haben sollten. Wir müssen vielmehr annehmen, dass auch hier der Allotherienzweig sich ausbildete und in vielfach differenzierten Formen das Land belebte, die den Einbruch der Hyracoidenfauna überlebten, aber durch die Viverriden und endlich durch die Raubtiere der Antilopidenschicht völlig vernichtet wurden. Vielleicht bringen uns zukünftige paläontologische Funde in Afrika noch einmal Kunde von einer neuen Säugetierordnung, die den Marsupialiern am nächsten stehen dürfte. Viel reicheres Material liegt uns durch den Vergleich mit Südamerika für die Hyracoidenschicht vor. Diesen sind von den Primaten die Lemuriden zuzurechnen. Lydekker glaubt im Gegensatze hierzu, dass diese erst mit den Viverriden nach Afrika gekommen sind, also kurz bevor Madagaskar vom Festlande sich löste. Dagegen scheinen uns aber verschiedene Gründe zu sprechen. Die Unterfamilie der Galaginen kommt auf Madagaskar und auf dem Festlande vor, sie muss also in der Zwischenzeit bereits ihre charakteristischen Merkmale entwickelt haben, es muss also bereits eine ziemlich weitgehende Differentiation des Lemuridenstammes eingetreten sein. Ausserdem kann die Verbindung zwischen Europa und Afrika nur von kurzer Dauer gewesen sein, da sonst ein viel lebhafterer Austausch der Faunen hätte eintreten müssen. Wie wir später sehen werden, sind aus Afrika hauptsächlich solche Säugetiere nach Europa gelangt, die auf Madagaskar fehlen. Wir hatten oben angenommen, dass dies Tiere seien, die das offene Gelände lieben und durch Wald in ihrer Ausbreitung aufgehalten werden, Wir müssen daraus folgern, dass die Verbindungsstrasse zwischen Europa und Afrika jedenfalls nicht dicht bewaldet war und daher wenig zur Ausbreitung der Lemuriden beitrug. Endlich sei auch noch auf das Vorkommen von Lemuriden auf den Maskarenen hingewiesen, denen die Viverriden fehlen, die doch sicher rascher sich verbreiten konnten als die langsamen Lemuren. Nach Lydekker steht den lebenden Lemuriden der unteroligozäne Microchoerus aus Europa am nächsten, doch können wir diesen keinesfalls als Vorläufer der südlichen Lemuriden ansehen, da er eine viel mehr reduzierte Bezahnung besitzt als diese. Alle diese Gründe bestimmen uns, die Lemuriden der Hyracoidenschicht zuzuweisen. Dieser gehören weiter von den Insektivoren die Macroscelididen, Potamogaliden und Chrysochloriden an aus bei Südamerika angeführten Gründen. Sie sind fast ganz auf Südafrika und Westafrika beschränkt, beides Gebiete, die alten Formen Schutz gewährten. Zu den Macroscelididen rechnet man zwar einen zweifelhaften Rest aus dem europäischen Oligozän, Pseudorhynchocyon, doch genügt dieses nicht, das Gewicht der anatomischen Gründe aufzuheben, die für einen paläogäischen Ursprung der Familie sprechen. Unter den Rodentiern sind altäthiopische Formen die Ctenodactyliden und Hystriciden, unter den Ungulaten die Hyracoidier. Einer besonderen Besprechung bedürfen die Proboscidier. Diese stehen

systematisch ziemlich isoliert, nähern sich aber den Amblypoden. Aus diesem Grunde hat man sie als nordische Typen aufgefasst, wenn auch ihr unvermitteltes Erscheinen im oberen Miozän noch dazu in zwei so verschiedenen Formen wie Dinotherium und Mastodon, auffällig erscheint. Ich möchte sagen, es ist unerklärlich, wenn wir einen nordischen Ursprung der Unterordnung annehmen. Es ist kaum anzunehmen, dass, hätten die Tiere in der holarktischen Region sich entwickelt, wir weder in Europa noch in Nordamerika die geringste Spur von ihnen entdecken können und doch haben wir dort die reichen unteroligozänen Fundstätten im Phosphorit, im Bohnerz, im Pariser Gips, hier die an Huftieren allerdings etwas ärmeren gleichaltrigen Uinta-Schichten. Gerade in den letzteren, die sich zeitlich und örtlich an die an Amblypoden reichen Bridger-Schichten anschliessen, müssten wir sicher Reste von Urproboscidiern vermuten, ja in den eozänen Schichten selbst, können doch die Dinoceratiden selbst unmöglich die direkten Vorfahren der Proboscidier sein, da sie in der Differentiation ihres Gebisses sich schon mehr an die Artiodactylen und Perissodactylen anschliessen. Wir sehen uns also zu der Folgerung gedrängt, dass die Proboscidier im nordischen Eozän und Oligozän nicht gelebt haben können. Wo anders können sie aber dann hergekommen sein als aus Afrika, woher wir so schon eine Reihe von im nordischen Miozän neu auftretende Formen ableiten müssen. Diese Vermutung erfährt aber noch gewichtige Unterstützung durch die bei Südamerika erwähnte Ungulatengattung Pyrotherium. Ameghino stellte sie zu den Amblypoden, Lydekker zu den Proboscidiern. Vielleicht stellt diese eozäne Gattung den gesuchten Übergang zwischen beiden Unterordnungen dar. Im Bau ihrer Zähne erinnert sie jedenfalls an Dinotherium. Wir kommen also zu dem Schlusse, dass die Proboscidier sich aus nach Südamerika gewanderten, den Amblypoden ähnlichen Tieren entwickelt haben. Diese Entwicklung begann jedenfalls bereits in Südamerika, vollendet wurde sie erst in der äthiopischen Region nach deren Isolierung von der neotropischen. Dass diese Proboscidier Madagaskar nicht erreichten, ist nicht auffälliger als dieselbe Tatsache bei den Hyracoidiern und Edentaten. Wenigstens Dinotherium können wir als ursprünglich afrikanische Gattung auffassen, vielleicht auch Mastodon. Nehmen wir diesen Entwicklungsgang an, so erklärt sich auch die gleichmässige Richtung in der Differentiation des Gebisses bei den Hyracoidiern, Typotherien, Toxodontiern, Litopternen und Proboscidiern, die Häckel deshalb zu der Sublegion der Rodungulaten zusammenfasst und den durch die Amblypoden, Artiodactylen, Perissodactylen und Condylarthren gebildeten Typungulaten gegenüberstellt, die nach unserer Auffassung den känogäischen Zweig der Ungulaten darstellen, wie die Rodungulaten den paläogäischen. Nun erhebt sich noch die Frage, haben die Proboscidier ununterbrochen die Region bewohnt oder sind sie im Tertiär ausgestorben, um dem Kontinente im Pliozän aufs neue zugeführt zu werden, ähnlich wie es mit den Marsu-

pialiern Südamerikas (mit Ausnahme von Caenolestes) der Fall war. Zweifellos ist das letztere der Fall, da wir sonst annehmen müssten, dass die Gattung Elephas nicht monophylogenetisch sich entwickelt habe. Wann dieses Aussterben stattgefunden hat, entzieht sich unserer Kenntnis, ebenso der Grund dafür. Vielleicht waren die Proboscidier nicht über die ganze Region verbreitet, und gingen in dem von ihnen allein bewohnten nördlichen Teile durch klimatische Ursachen zugrunde, vielleicht waren aber auch die Tiere, die lange Zeit keinen Feind hatten fürchten müssen, die kaum einen ernsten Kampf ums Dasein in dem nur von niederen Säugetieren bewohnten Afrika zu führen hatten, weder an Gewandtheit noch an Intelligenz den hereinbrechenden nordischen Raubtieren gewachsen und erlagen deren Angriffen ebenso, wie die furchtbar bewehrten Dinoceratiden, die massigen Megatheriiden, oder die ungeheuren Atlantosauriden auf die Dauer sich nicht behaupten konnten. Der letztere Grund scheint mir der wahrscheinlichere zu sein, denn überall wo wir eine lange isolierte Lebewelt mit neuen kräftigeren Formen in Berührung treten sehen, verschwinden die grossen einheimischen Typen, während die kleinen sich leichter behaupten. Die Urproboscidier, die wir mit Häckel als Aligontiden bezeichnen wollen, waren die Riesen der äthiopischen Fauna, daher mussten sie verschwinden, zumal ihre nordischen Verwandten stark mit ihnen konkurrierten, die Hyracoidier aber blieben erhalten, ebenso wie die kleinen Edentaten in Südamerika. Auch die afrikanischen Edentaten entgingen der völligen Vernichtung, wenn sie auch grosse Einbusse erlitten haben, denn diese beweist das zerstreute Areal, das die Orycteropodiden bewohnen. Auch können wir vermuten, dass die Edentaten einst vielfältiger differentiert waren, und dass die Nomarthren in ähnlicher Weise sich gliederten wie die Xenarthren, dass es auch afrikanische Edentatenriesenformen gab, wie stets in isolierten Ländern. Auch hier müssen wir auf künftige Funde hoffen. Die Viverridenschicht wird in Afrika durch die Viverriden selbst vertreten, von denen sowohl die Viverrinen als auch die Herpestinen ins Land kamen, während die Rhinogalinen sich vielleicht in ihm erst entwickelten. Die Viverrinen erscheinen zuerst im unteren Oligozän, die Herpestinen im unteren Miozän von Europa. Die Einwanderung beider Unterfamilien dürfte daher etwa um die Wende beider Perioden stattgefunden haben, also entweder im obersten Oligozän oder im untersten Miozän. Um dieselbe Zeit lebten in Europa auch fossile Vertreter der Cryptoproctiden, die in Afrika wieder ausgestorben sind, aber in ihm gelebt haben müssen, die ganze Oligozän- und Miozänzeit hindurch, so dass die europäische Herkunft der altafrikanisch-madagassischen Raubtierfamilien gesichert erscheint. Die nordischen Lemuriden waren dagegen um diese Zeit schon ausgestorben. Merkwürdig ist, dass nicht auch andere Säugetierfamilien damals nach Afrika gekommen sein sollen. In Betracht kommen von den Raubtieren die Musteliden, Caniden und Hyänodontiden. Davon sind die ersten

vorwiegend Waldtiere, dürften also dadurch abgehalten worden sein. Die Hyänodontiden sind bereits im Aussterben begriffen, dagegen wäre es denkbar, dass Caniden nach Afrika gelangt sind, ohne Madagaskar zu erreichen, durch das Waldgebiet aufgehalten; Nachkommen haben sie jedenfalls nicht hinterlassen, da die in Afrika sich findende Gattung Canis damals noch nicht existierte. Mit mehr Sicherheit können wir annehmen, dass mit den Viverriden auch nordische Insektivoren nach Afrika gelangten. Die Sorициden haben Madagaskar erreicht, die Erinaceiden besitzen ein isoliertes Verbreitungsgebiet in Südafrika, beide Familien fehlen in den Siwalikschichten ebenso wie noch jetzt in Vorderindien, können also nicht von dort nach Afrika gekommen sein. Dagegen sind beide Familien aus dem europäischen Oligozän bekannt. Die Tiere können also damals recht wohl nach Afrika gelangt sein, in dem sie dann durch die einwandernden moderneren Tiere zurückgedrängt wurden. Gleiches gilt auch von verschiedenen Rodentierfamilien. Wir können der Viverridenschicht zurechnen die Anomaluriden, jetzt auf Westafrika beschränkt, die Myoxiden, und von den Dipodiden die Pedetinen in Südafrika, also die Protrogonomorphen, ausserdem auch die Sciuriden. Keine dieser Familien ist in den Siwalikschichten vertreten und nur die echten Dipodinen finden sich jetzt in Südindien und auf Ceylon, wohin sie vermutlich erst später gelangt sind. In Europa dagegen sind die Familien mit Ausnahme der ersten seit dem unteren Oligozän vertreten. Von den Muriden, die im Oligozän nur durch Cricetodon vertreten sind, gelangten vielleicht die für Afrika endemischen Dendromyinen in die Region, dagegen kamen von den Gerbillinen und Murinen wahrscheinlich noch keine Vertreter nach Afrika, ebensowenig von den Ungulaten. Jedenfalls hielt diese die Wüste auf, die damals schon die Grenzscheide bildete und nur lokal einen Übergang gestattete. Am wahrscheinlichsten hat dieser über das Hochland von Tibesti stattgefunden, und weiterhin mögen Malta und Sizilien zwischen Europa und Afrika vermittelt haben, doch kann die Verbindung auch weiter östlich gelegen haben. Wir kommen nun zur Antilopidenschicht. Als diese von Indien her einwanderte, musste das dazwischen liegende Land von Vorderindien über Arabien und Ostafrika ein Waldland sein, sonst hätten nicht so charakteristische Waldformen wie die Anthropomorphiden und Traguliden nach Afrika und ebenso wenig die Lemuriden nach Indien gelangen können. Erst später ging in den genannten Ländern der Waldwuchs zurück und verschwand zum Teil gänzlich, und die waldliebenden Tiere mussten sich einerseits nach Westafrika, andererseits nach Hinderindien und nach den malaiischen Inseln zurückziehen. Hierdurch erklärt sich die auffällige Ähnlichkeit dieser beiden weit voneinander getrennten Gebiete, auf die später noch näher eingegangen werden soll. Dieser Schicht werden wir alle die in Afrika vorkommenden Familien zurechnen können, die in den Siwalikschichten sich finden, das sind aber alle Fissipedier, Proboscidier, Artiodactylen und Perissodac-

tylen. Dazu kommen noch die Muriden. Gleichzeitig gelangten auch von Europa her noch einmal Tiere nach Afrika, so die Spalacinen und die Dipodinen. Die Übereinstimmung der afrikanischen Fauna mit den Siwalikschichten erstreckt sich aber nicht nur auf die Familien. So sind folgende in Afrika vorkommende Gattungen in den Schichten gefunden worden: *Troglodytes, *Cynocephalus, Felis, Cynaelurus, Hyaena, Viverra, Mellivora, Canis, Lepus, Rhizomys, Elephas, *Loxodon, Bubalus, Capra, *Strepsiceros, *Orias, *Hippotragus, *Alcelaphus, *Cobus, *Camelopardalis, *Dorcatherium, *Hippopotamus, *Atelodus, Equus. Die mit einem Stern * bezeichneten Gattungen kommen jetzt ausschliesslich in der äthiopischen Region vor. Auch die afrikanische Gattung Hystrix findet sich in den Siwalikschichten, doch da, wie wir schon sahen, dieser Nager seine Heimat in Afrika besitzt, so kann er nicht mit den anderen genannten Säugetieren zusammengestellt werden. Die Verbindungszone zwischen Indien und Afrika muss übrigens ziemlich breit gewesen sein, nur daraus lässt sich die massenhafte Einwanderung erklären, die viel grössere Wirkungen hervorbrachte, als der Einbruch nordischer Formen in Südamerika oder gar in Australien. Da auch Persien und Griechenland in der älteren Pliozänzeit fast dieselbe Fauna besassen wie Vorderindien, so können wir annehmen, dass der Einbruch derselben in der ganzen Breite von Arabien erfolgte, das damals unter günstigeren klimatischen Verhältnissen gestanden haben muss als jetzt. Die Ursache dieses Unterschiedes entzieht sich freilich vorläufig noch unserer Kenntnis. Auch aus Algerien sind nahe Verwandte z. B. von Loxodon und Phacochoerus aus dem Pliozän bekannt. Von den in den Siwalikschichten sich findenden Familien haben aber nicht alle die äthiopische Region erreicht. Die Oviden als Gebirgsbewohner haben nur Abessynien besiedelt, dagegen fehlen gänzlich die Ursiden und die Cerviden. Diese Tatsache ist schwer erklärlich, da beide Familien ausgesprochene Waldtiere umfassen. Wallace glaubte allerdings nach der jetzigen Beschaffenheit der trennenden Länder gerade hierin den Grund für das Fehlen der Familien sehen zu können, doch das Beispiel des Schimpansen beweist die Unmöglichkeit des Vorhandenseins einer breiten waldlosen Zone. Wir müssen also nach anderen Gründen für diese Tatsache suchen. Vielleicht ist die Ursache davon ihre spärliche Vertretung im indischen Pliozän, die besonders bei den Hirschen bemerkbar ist. Ebenso fehlt dort die Gattung Ursus, an deren Stelle Melursus und Hyaenarctos treten. Es mögen hier aber noch andere uns unbekannte Ursachen mitgewirkt haben, das Eindringen der Ursiden in Afrika zu hindern. Nachdem wir so sämtliche Landsäugetiere Afrikas auf die angenommenen vier Schichten haben verteilen können, müssen wir nun noch den übrigen uns zuwenden. Von den Chiropteren sind die Noctilioniden und die Vespertilioniden sicher alte Bewohner der Region, die von Südamerika kommend sich in ihr ausgebreitet haben. Dagegen sind die beiden anderen Familien erst später ins Land gekommen, die Rhinolophiden,

die in Europa seit dem Oligozän bekannt sind, vielleicht zum Teil mit den Viverriden, der Rest von ihnen und die Pteropiden aber erst mit den Antilopiden. Unter den Sirenen gehören die Manatiden der Hyracoidenschicht an, die Halicoriden sind wahrscheinlich später erst in den Indischen Ozean gelangt, aber sicherlich vor dem Pliozän, vielleicht etwa um dieselbe Zeit als die Viverriden Afrika erreichten. Die Cetaceen werden endlich Afrika ebenso früh erreicht haben wie Südamerika und Australien, wenn wir auch keine fossilen Reste von ihnen innerhalb des Kontinentes besitzen. Sie gehören darnach der Viverridenschicht an. Die äthiopischen Säugetiere verteilen sich also folgendermassen:

Tritylodontiden-schicht:	Hyracoiden-schicht:	Viverriden-schicht:	Antilopiden-schicht:
	Primates:		
	Lemuridae.		Anthropomorphidae.
	Nycticebinae.		Semnopithecidae.
	Galaginae.		Cynopithecidae.
		Fissipedia:	
		†Cryptoproctidae.	Felidae.
		Viverridae z. T.	Hyaenidae.
			Mustelidae.
			Canidae.
	Chiroptera:		
	Noctilionidae.	Rhinolophidae.	Pteropidae.
	Vespertilionidae.		
	Insectivora:		
	†Centetidae.	Erinaceidae.	
	?Macroscelididae.	Soricidae.	
	Potamogalidae.		
	*Chrysochloridae.		
	Rodentia:		
	Ctenodactylidae.	Muridae.	Leporidae.
	Hystricidae.	†Dendromyinae.	—
		—	Muridae.
		Sciuridae.	Gerbillinae.
		—	Murinae.
		*Anomaluridae.	Cricetidae.
		*Pedetinae.	Dipodidae (von
		Myoxidae.	Europa).
	Ungulata:		
	Hyracidae.		Elephantidae.
	—		—
	*†Aligontidae.		Bovidae.
	(Palaeomastodon.)		Ovidae.
	†Dinotheriidae.		Antilopidae.
	—		*Giraffidae.
			Tragulidae.

Tritylodontiden-schicht:	Hyracoiden-schicht:	Viverriden-schicht:	Antilopiden-schicht:
			*Hippopotamidae. Suidae. — Rhinoceridae. Equidae.
	Sirenia:		
	Manatidae.	Halicoridae.	
		Cetacea:	
		Balaenidae. ?Ziphiidae. Physeteridae. Delphinidae. Platanistidae.	
	Edentata. Manidae. Orycteropodidae. (*†Nomarthra.)		
Allotheria. ††Tritylodontidae.			

Wenn wir diese Zusammenstellung mit denen vergleichen, die wir bei den anderen Regionen gebracht haben, so fällt uns das numerische Übergewicht der jüngsten Schicht ins Auge. Um dies noch deutlicher zu zeigen, berechnen wir den prozentualen Anteil der einzelnen Schichten an der Gesamtzahl der Familien von Landsäugetieren, also unter Ausschluss der Chiropteren und der aquatischen Säugetiere. Wir erhalten folgende Werte:

	meso-zoische	alt-tertiäre	mittel-tertiäre	pliozäne Schicht	nordische Familien.
Australische Region	13 %	73 %	— %	13 %	13 %
Neotropische Region	12 „	55 „	— „	33 „	33 „
Madagassische Region	7 „	50 „	21 „	21 „	42 „
Äthiopische Region	2 „	31 „	19 „	48 „	67 „

Wir sehen, dass die vier Regionen eine Reihe bilden. In den ersten drei Regionen überwiegen die alten paläogäischen Formen, in der äthiopischen dagegen die känogäischen. Ausserdem ist die Kluft zwischen der madagassischen und der äthiopischen Region grösser, als an irgend einer anderen Stelle, indem die Unterschiede der Prozentzahlen der känogäischen Familien 20, 9 und 25 betragen. Zögen wir statt der Familien die Gattungen in Betracht, so würde dieses Verhältnis noch viel schärfer hervortreten, denn in den ersten drei Regionen sind die Familien der zweiten Schicht am reichsten differenziert, wie die Marsupialier, die Platyrhinen, Hystricomorphen, Edentaten und die Lemuren, während die jüngeren Familien meist nur eine Gattung aufweisen, bei der äthiopischen Region dagegen liegen die Verhältnisse

gerade umgekehrt. Alles dies rechtfertigt die Zuteilung Afrikas und Madagaskars zu verschiedenen Reichen im Gegensatze zu den jetzt meist üblichen Zusammenfassungen, rechtfertigt insbesondere auch den Rang Madagaskars als selbständige Region, da es eine ganz andere Faunenzusammensetzung zeigt als das festländische Afrika. Nach diesen Zahlen könnte man daran denken, Afrika mit der orientalischen und der holarktischen Region in ein Reich zusammenzufassen, dagegen spricht aber der immer noch reichliche Prozentsatz an alteinheimischen Familien und die ganze Geschichte der Region, die bis vor kurze Zeit zweifellos ein Teil der Paläogäa war. Dies hat mich hauptsächlich bestimmt, für die mit dem Pliozän beginnende Periode der Erdgeschichte zu den alten beiden biogeographischen Reichen ein drittes, die Mesogäa anzunehmen.

§ **66.** Wir gehen nunmehr zu der Besprechung der **Vögel** über. Unter diesen finden wir wieder Vertreter aller Schichten mit Ausnahme der ersten. Der Hyracoidenschicht müssen Vögel angehören, die wir in den Süderdteilen verbreitet finden und die wir schon früher als paläogäisch kennen gelernt haben. Dann können wir erwarten, dass nicht nur gleichzeitig mit den Viverriden, sondern auch schon vor ihnen und noch nach ihnen holarktische Vögel ins Land kamen. Wir können das zum mindesten bei allen den Familien vermuten, die im europäischen Alttertiär fossil vertreten sind. Endlich fand im Pliozän eine massenhafte Einwanderung von Indien und von Europa her statt. Unter den Sperlingsvögeln ist die Hyracoidenschicht nur sehr spärlich vertreten. Zu nennen sind zunächst die Hirundiniden, von denen die amerikanische Gattung Petrochelidon auch am Kap der guten Hoffnung sich findet. In der Spechtgruppe gehören hierher die Megalämiden und die Indicatoriden. Beide fehlen auf Madagaskar und das scheint für ihre Zugehörigkeit zu der jüngsten Schicht zu sprechen. Doch da wir annehmen müssen, dass im Pliozän Madagaskar nur durch eine schmale Meeresstrasse vom Festlande getrennt war, so müsste uns das Fehlen der Familie auf der Insel ebenso merkwürdig erscheinen, wenn sie erst in dieser Zeit nach Afrika kam. Wir haben aber auch noch einen positiven Grund, um wenigstens die Megalämiden der Hyracoidenschicht zuzurechnen, da sie den neotropischen Rhamphastiden am nächsten stehen. Von ihren Unterfamilien besitzen die Pogorhynchinen zwei äthiopische und eine neotropische, die Capitoninen zwei äthiopische, eine neotropische und eine orientalische Gattung. Die Indicatoriden wieder sind mit den Megalämiden verwandt. Dagegen stehen die Coliiden isoliert, sie bilden nach Fürbringer eine besondere Untergruppe der Kleinvögel (Picopasseriformes) und könnten möglicherweise einer späteren Schicht angehören. Doch widerspricht dem eben ihre vollkommen isolierte Stellung. Zum Teil mit den Viverriden sind jedenfalls die Sylviiden, Fringilliden, Alaudiden und Yungiden ins Land gekommen, Vertreter derselben Familien und aller übrigen im Pliozän.

Sehr zahlreich sind die Indien und Afrika gemeinsamen Gattungen, es fehlt aber auch nicht an direkten Beziehungen zwischen Afrika und dem paläarktischen Gebiete. Wir können daher unter den Einwanderern zwei Hauptabteilungen unterscheiden, wie die folgende Zusammenstellung zeigt:

Orientalische Formen:	**In beiden Gebieten vorkommend:**	**Paläarktische Formen:**
	Turdidae.	
	Turdus.	
	Monticola.	
	Sylviidae.	
Sphenaeacus (Australien).	Cisticola.	Drymoeca (Palästina).
Thamnobia.	Acrocephalus.	Bradyptetus (Mittelmeer).
Dromolaea (auch Mittelmeer).	Phylloscopus.	Aëdon.
	Hypolaïs.	Sylvia.
	Ruticilla.	Curuca.
	Saxicola.	Cyanecula.
	Cercomela.	
	Pratincola.	
	Timaliidae.	
Chatarrhaea (auch Palästina).		
Malacocercus.		
Alethe (endemisch).		
Cichladusa (end.).		
Hypergerus (end.).		
Crateropus (end.).		
	Paridae.	
	Parus.	Aegithalus.
	Pycnonotidae.	
Pycnonotus (auch Mittelm.).		
Criniger.		
Phyllastrephus (end.).		
Ixonotus (end.).		
Andropadus (end.).		
Lioptilus (end.).		
	Oriolidae.	
	Oriolus.	
	Campephagidae.	
Campephaga.		
Lanicterus (end.).		
Oxynotus (end.).		
	Dicruridae.	
Dicrurus.		
	Muscicapidae.	
Alseonox.		Butalis.
Tchitrea.		Muscicapa.
	Pachycephalidae.	
Parmoptila (end.).		
	Laniidae.	
	Lanius.	

Orientalische Formen:	In beiden Gebieten vorkommend:	Paläarktische Formen:
	Corvidae.	
Ptilostomus (end.).	Corvus.	Fregilus.
	Nectariniidae.	
Nectarinia (end.).		
Promerops (end.).		
Cinnyricinclus (end.).		
	Dicaeidae.	
Zosterops.		
	Fringillidae.	
	Passer.	Dryospiza (Mittelm.).
		Chlorospiza.
		Chrithagra (Mittelm.).
		Erythrospiza (Mittelm.).
		Pinicola.
		Fringillaria (Mittelm.).
	Ploceidae.	
Hyphantornis (end.).		
Textor (end.).		
Pyromelana (end.).		
Foudia.		
Ploceus.		
—		
Vidua.		
—		
Pytelia (Habropyga, end.).		
Spermestes.		
Hypargos.		
Amadina.		
Estrilda		
+ 12 end. Gattungen.		
	Sturnidae.	
		Amidrus (Palästina).
	Alaudidae.	
Mirafra.	Alauda.	Melanocorypha.
Ammomanes (Mittelm.).	Galerita.	Certhilauda (Mittelm.).
Pyrrhulauda (auch Kan. In.).		Alaemon (Mittelm.).
	Motacillidae.	
	Motacilla.	
	Anthus.	
	Pittidae.	
Pitta.		
	Yungidae.	
		Yunx.
	Cypselidae.	
	Cypselus.	
	Chaetura.	

Dazu kommen noch zahlreiche endemische Gattungen. Wir finden unter den orientalischen Familien auch drei, die wir in Australien als

paläogäische kennen lernten, die Dicäiden, Pachycephaliden und Pittiden. Doch können diese nur von Osten her nach Afrika gelangt sein, kamen also mit den holarktischen Familien zusammen in die Region. Die Sitzfüsser zeigen alle indische Verwandtschaft. Auch die endemische Familie der Irrisoriden ist mit den Upupiden verwandt, die im nordischen Miozän fossil sind. Zuerst sind jedenfalls die Alcediniden in die Region gekommen. Die Rakenvögel dagegen haben wir als paläogäisch kennen gelernt. Ihre indisch-paläarktischen Beziehungen beruhen also auf Wanderungen in umgekehrter Richtung. Nur die Strigiden bilden auch hier eine Ausnahme und dürften der Viverridenschicht angehören. Alle Familien finden sich auch auf Madagaskar, die für letzteres endemischen Leptosomiden auch im europäischen Miozän. Sie müssen also auch einmal in Afrika gelebt haben. Die Kuckucksvögel sind wieder rein paläogäisch. Auffällig ist, dass von ihnen die Musophagiden in Madagaskar ebenso fehlen, wie die Megalämiden und Coliiden. Die Familie ist aus dem europäischen Miozän bekannt, doch kann man sie deshalb noch nicht als holarktischen Ursprungs ansehen, zumal sie zwischen den südlichen Familien der Cuculiden und Trogoniden steht. Unter den Papageien sind die Psittaciden alte Bewohner der Region, die Paläornithiden sind dagegen von Indien gekommen, vielleicht sogar erst durch die Menschen eingeführt. Die Taubenvögel gehören alle der Hyracoidenschicht an und so müssen wir auch die Heimat von Columba, Turtus und Treron sowie von Pterocles in Afrika suchen. Dagegen weisen die Hühnervögel keine paläogäischen Vertreter auf. Die Tetraoniden sehen wir als zur Viverridenschicht gehörig an, weil sie seit dem Eozän bekannt sind, die Phasianiden, weil ihre speziell afrikanische Unterfamilie der Numidinen Madagaskar erreicht hat, trotz der geringen Flugfähigkeit der Ordnung. Unter den Kranichvögeln finden wir wieder meist alte Bewohner der Region, die Turniciden haben hier ihre Heimat. Eine jüngere Familie sind für Afrika die Gruiden, die wir der Viverridenschicht zurechnen, da sie im europäischen Eozän sich finden. Unter den Regenpfeifervögeln sind zunächst die auf den Falklandinseln heimischen Chionididen zu erwähnen, die auch auf den Crozet-Inseln und auf Kerguelen-Land sich finden. Diese Familie haben wir der Hyracoidenschicht zuzurechnen und da sie nächst verwandt dem Charadriiden Haematopus ist, so mag auch diese kosmopolitische Gattung im Alttertiär schon weit verbreitet gewesen sein. Die Glareoliden haben ihre Heimat in Afrika ebenso wie die Otiden, welch letztere unter ihren 26 Arten 18 afrikanische besitzen und in Europa erst seit dem Miozän fossil bekannt sind, während von den ersten nur eine monotype Gattung nicht in der Region vorkommt.

Auch die anderen Familien sind schon alte Bewohner derselben, unter anderen auch die südlichen Lariden Rhynchops, Anous und Hydrochelidon. Gleiches gilt von den Procellariden Diomedea und

besonders Prion und Pelecanoides. Auch die kosmopolitischen Gattungen können schon früh ins Land gekommen sein. Unter den Stossvögeln gibt es wieder verschiedenes zu erwähnen. Die Serpentariiden sieht Lydekker als gleichzeitig mit den Viverriden eingewandert an. Die miozänen Reste von Allier beweisen aber eher das Gegenteil, dass nämlich diese Familie den Viverriden entgegengewandert ist, da ja diese Wanderung stattgefunden hat, ehe jene Schichten zur Ablagerung gelangten. Ebenso wie wir als Heimat dieser Familie Afrika annehmen, so tun wir gleiches bei den Vulturiden wegen ihrer Verwandtschaft zu den neotropischen Sarcorhamphiden und bei den Gypaëtiden wegen ihrer Verbreitung. Ausserdem sind die beiden letzten Familien nur aus diluvialen Schichten fossil bekannt. Dies gilt auch von den in Afrika nur durch eine Gattung vertretenen Buteoniden. Wie diese zeigen auch afrikanische Aquiliden neotropische Verwandtschaft (Spizaëtus, Elanoides Afrika und Nauclerus Amerika), sind also auch der Hyracoidenschicht zuzuteilen. Dagegen sind Gattungen wie Aquila, Haliaëtus, Milvus und Pernis jedenfalls erst mit den Antilopiden ins Land gekommen, ebenso wie Falconiden und Pandioniden. Von den ersteren zeigen Baza und Poliohierax deutliche indische Beziehungen. Als nordisch haben wir auch die Accipitriden kennen gelernt, die aber mindestens schon mit den Viverriden ins Land gekommen sind. Unter den Steganopoden haben wir wieder zwei rein paläogäische Familien, an die als dritte die der Pelekaniden sich anschliesst, die gleichzeitig vielleicht känogäisch ist. Dagegen müssen wir die Suliden der Viverridenschicht zurechnen, vielleicht auch die Phalacrocoraciden. Alle Familien der Pelargoherodier sind alte Bewohner der Region, wie sich aus ihrer Verbreitung ergibt, ebenso die Phönicopteriden. Gleiches gilt von den Gänsevögeln, unter denen aber auch jüngere Formen nicht fehlen wie Anas, Querquedula, Bernicla, Cygnus, Spatula, Erismatura und Casarca. Dagegen sind paläogäisch die endemischen Gattungen Thalassornis und Plectopterus, die auch mittelmeerische Callochen, die neotropischen Sarkidiornis und Dendrocygna und endlich Nettapus, deren Heimat Afrika ist und die von hier über Indien nach Australien gelangt ist. Dass die Pinguine rein südlich sind, ist schon mehrfach erwähnt, nördlich dagegen die Tauchervögel. Wenn wir nun endlich zu den Ratiten uns wenden, so haben wir bereits bei der Besprechung von Madagaskar gesehen, dass wir die Struthioniden aus dieser Region herleiten können. Zeitlich gehören sie also etwa der Viverridenschicht an, wenn auch nicht ihrer Herkunft nach. Die Gruppierung aller afrikanischen Vögel ist also folgende:

Hyracoidenschicht:	**Viverridenschicht:**	**Antilopidenschicht:**
	Picopasseriformes.	
Hirundinidae.	Sylviidae (z. T.).	Turdidae O. P.
—	—	(Sylviidae O. P.).
Megalaemidae.	Fringillidae (z. T.).	—

Hyracoidenschicht:	**Viverridenschicht:**	**Antilopidenschicht:**
Indicatoridae.	—	Timaliidae O.
*Coliidae.	Alaudidae (z. T.).	Troglodytidae O.
	—	Paridae O. P.
	Yungidae (z. T.).	Pycnonotidae O.
		Oriolidae O. P.
		Campephagidae O.
		Dicruridae O.
		Muscicapidae O. P.
		Pachycephalidae O.
		Laniidae O. P.
		Corvidae O. P.
		Nectariniidae O.
		—
		Dicaeidae O.
		(Fringillidae P.).
		—
		Ploceidae O.
		(Alaudidae O. P.).
		Motacillidae O. P.
		—
		Pittidae O.
		—
		Picidae.
		(Yungidae P.).
		Cypselidae O. P.
	Halyciformes:	
	Alcedinidae (z. T.).	Meropidae O.
		(Alcedinidae O. P.).
		Bucerotidae O.
		Upupidae O. P.
		*Irrisoridae O.
Coraciformes:		
†Leptosomidae.	Strigidae.	
Coracidae.		
Caprimulgidae.		
Coccygiformes.		
*Musophagidae.		
Cuculidae.		
Trogonidae.		
	Psittaciformes.	
Psittacidae.		Palaeornithidae O.
Columbiformes.	Galliformes.	
Columbidae.	Tetraonidae.	
Pteroclidae.	Phasianidae.	
	Numidinae.	
	*Agelastinae.	
Gruiformes:		
Turnicidae.	Gruidae.	
Rallidae.		
Heliornithidae.		
†Mesitidae.		

Hyracoidenschicht:	**Viverridenschicht:**	**Antilopidenschicht:**
Charadriiformes.		
Scolopacidae.		
Chionididae.		
Parridae.		
Glareolidae.		
Charadriidae.		
Otididae.		
Laridae kosm.		
Tubinares.		
Procellaridae.		
	Ciconiiformes.	
Vulturidae.	Accipitridae.	Falconidae O. P.
*Serpentariidae.	—	Pandionidae O. P.
Buteonidae.		—
Gypaëtidae.		
Aquilidae.		
—		
Pelecanidae.	Sulidae.	Phalacrocoracidae O. P.
Plotidae.	—	—
Phaëthontidae.		
—		
Ardeïdae.		
Plataleïdae.		
*Scopidae.		
Balaenicipidae.		
Ciconiidae.		
—		
Phoenicopteridae.		
Anseriformes.		Podicipitiformes.
Anatidae (später bes. v. O.).		Podicipidae.
Aptenodytiformes.	Struthiornithes (vor Viverriden).	
Spheniscidae.	*Struthionidae (von Madagaskar).	

Bei der Antilopidenschicht sind die orientalischen Beziehungen durch ein O., die paläarktischen durch ein P bezeichnet. Vergleichen wir die bisher betrachteten Regionen nach dem Prozentsatz der Schichten an Vogelfamilien, so erhalten wir eine andere Reihenfolge als bei den Säugetieren. Wir erhalten nämlich folgende Werte:

	alttertiäre	mitteltertiäre	pliozäne Schicht	nordische Familien.
Neotropische Region	72 %	— %	28 %	28 %
Äthiopische Region	52 „	14 „	35 „	48 „
Madagassische Region	48 „	13 „	39 „	52 „
Australische Region	44 „	— „	56 „	56 „

Wir sehen hieraus, dass die Verteilung der Vögel eine ganz andere ist, als die der Säugetiere, wie das bei der verschiedenen Ver-

breitungsfähigkeit beider Klassen ganz natürlich ist. Die Säugetiere sind älter, dafür haben die Vögel sich rascher ausgebreitet. Dadurch tritt ein gewisser Ausgleich ein, so dass der mittlere Prozentsatz der Regionen an nordischen Familien nur wenig verschieden ist, indem er bei den Säugetieren 40%, bei den Vögeln 46% beträgt. Zu der obigen Zusammenstellung ist zu bemerken, dass Äthiopien seiner Lage entsprechend zwischen Südamerika und Madagaskar steht, und dass die Regionen um so reicher an nordischen Familien werden, je mehr sie der orientalischen Region sich nähern, auch ein Beweis dafür, dass hier der Hauptausstrahlungspunkt für die nordischen Typen zu suchen ist, die wir in der Fauna der Südkontinente finden. Andererseits war das Hauptentwickelungsgebiet der paläogäischen Vogelwelt Südamerika. Aus dem geringen Prozentsatz Australiens können wir schliessen, dass im engeren Sinne Brasilien das Zentrum der Verbreitung war, wo auch jetzt noch die Vögel am reichsten differenziert erscheinen.

§ 67. Unter den **Reptilien** finden wir wieder Vertreter der Tritylodontidenschicht in den Dinosauriern der Karooformation, die mit zu den ältesten Gliedern dieser Ordnung gehören. Der gleichen Schicht gehören auch die Rhynchocephalen und Theromorphen an, die uns ebenfalls aus den Karooschichten bekannt sind. Besonders die letzteren beanspruchen unser lebhaftes Interesse, da sie zu den auffälligsten Kollektivtypen gehören. Von allen Reptilien stehen sie den Säugetieren am nächsten. Besonders weisen die Anomodontier und Theriodontier im Becken, im Oberarm, im Tarsus, in der Bezahnung, im Bau der Rippen und des Schädels Eigentümlichkeiten auf, die wir sonst nur bei Säugetieren finden[1]). Doch zeigen die Anomodontier auch viel Schildkrötenmerkmale und dürften diesen systematisch am nächsten stehen, besonders die Gattung Oudenodon, während Platypodosaurus vielfach den Monotremen ähnelt. Die Theriodontier dagegen müssen wir als Parallelzweig der Säugetiere betrachten und zwar scheinen die Pareiosaurier und besonders die Pariotychiden der gemeinsamen Wurzel am nächsten zu stehen. Die ersteren finden sich ausschliesslich in Südafrika, von den zweiten drei Gattungen im Perm von Texas und eine in der Kapkolonie. Die letztere aber besitzt allein mit fünf Arten ebensoviel als die nordamerikanischen Gattungen zusammen. Überhaupt ist die Ordnung vorwiegend südafrikanisch, indem das Kapland 62, Nordamerika nur 34 Arten aufweist, übrigens alle der einen Unterordnung der Theriodontier angehörend, zu denen noch 18 europäische und 1 indische kommen. Ebenso fallen von den 49 Gattungen die Hälfte, nämlich 24, auf Südafrika, weiter 17 auf Nordamerika, 10 auf Europa, 1 auf Indien und fast dieselbe Reihe erhalten wir bei den Familien einschliesslich der Unterfamilien (8, 3, 4 bez. 1). Aus diesem Grunde sehen wir die Heimat des Säugetierstammes sowohl als des

[1]) Zittel, Handbuch d. Paläontologie, Abt. I, Bd. III. S. 555.

Schildkrötenastes in unserer Region, wo beide sich wahrscheinlich bereits im Perm parallel zu den Theromorphen entwickelten, da sie schon im Keuper in Europa und zum Teil auch in Nordamerika vertreten sind. Die Rhynchocephalen sind ebenfalls als Stammform wichtig. Insbesondere werden die Mesosauriden als Stammformen der Ichthyosaurier, Sauropterygier und Krokodile und durch letztere auch der Dinosaurier angesehen. Diese Familie beschränkt sich aber auf Südafrika und Brasilien. Also scheinen auch die genannten Ordnungen südlichen Ursprung zu besitzen. Die afrikanischen Dinosaurierfunde gewinnen dadurch erhöhte Bedeutung. Von Krokodilen sind uns dagegen keine mesozoischen Reste überkommen. Doch da solche aus dem Jura von Madagaskar bekannt sind, und dieses mit Afrika damals zusammenhing, so wird die Ordnung auch auf dem Kontinente nicht gefehlt haben. Die Crocodiliden sind aber frühestens mit den Viverriden in die Region gekommen, wahrscheinlich aber erst mit den Antilopiden, da sie im Miozän und Pliozän in Ostindien sehr stark entwickelt sind, während sie in Europa um diese Zeit schon im Rückgange begriffen sind. Die Schlangen Afrikas verraten nach Palacky fast gar keine Beziehungen zu Indien. Wir haben schon früher gesehen, dass diese Unterordnung grösstenteils paläogäisch ist, wenn auch ihr Ursprung jedenfalls in der mesozoischen Känogäa zu suchen ist. Nordische Einwanderer der Antilopidenschicht sind aber die Eryciden, die känogäischen Vertreter der Pythoniden, und die Viperiden, beide im nordischen Miozän fossil, beide auf Madagaskar fehlend. Die Einwanderung scheint aber nicht von Indien her erfolgt zu sein, sondern etwa von Palästina, wie überhaupt nach Palacky die afrikanischen Schlangen mehrfach Beziehungen zu Westasien zeigen. Das gilt besonders für die Eryciden, die hauptsächlich in der Wüstenzone sich finden und daher im Norden einen besseren Wanderungsweg fanden, als in dem bewaldeten Süden. Beide Familien sind vielleicht überhaupt erst später nach Indien gelangt. Die Elapiden dagegen, durch drei endemische Gattungen in Afrika vertreten, scheinen schon alte Bewohner der Region zu sein, ebenso wie die endemischen Dendraspididen, Atractaspididen und Rachiodontiden. Alle anderen Familien sind schon erwähnt worden, und müssen samt und sonders der Hyracoidenschicht zugerechnet werden. Auch die Eidechsen sind alte Bewohner der Region; die ältesten noch der Tritylodontidenschicht angehörenden die Gymnophthalmiden und Scinciden, die vielleicht über Madagaskar die Region erreicht haben, da die Abtrennung der Lepidosaurier von den Rhynchocephalen in der holarktischen Region erfolgt sein dürfte, wo wir die ältesten Lepidosaurierreste im Malm finden, der gleichzeitig reich an Rhynchocephalen ist. Die meisten Familien gelangten dann über Südamerika nach Afrika, wo besonders die Zonuriden sich differenzierten und die Chamäsauriden, die Sepiden und Acontiaden sich entwickelten. Mit den Viverriden kamen die Agamiden in die Region, die

daher auch Madagaskar erreichten. Dagegen sind die Lacertiden und Varaniden trotz ihres hohen Alters jedenfalls erst mit den Antilopiden nach Afrika gelangt, da diese in der alten Welt sonst weit verbreiteten Familien Madagaskar nicht erreichen konnten. Übrigens ist der einzige afrikanische Vertreter der Varaniden Varanus aus den Siwalikschichten bekannt. Von den Schildkröten rechnen wir die Dermochelydiden der Tritylodontidenschicht zu aus schon mehrfach angeführten Gründen; die anderen Familien gehören meist der Hyracoidenschicht an, nur die Emydiden scheinen erst mit den Viverriden zum ersten Male in die Region gelangt zu sein. Da diese Familie wie auch die der Chersiden in den Siwalikschichten reichlich vertreten ist, so sind zweifellos auch mit den Antilopiden noch neue Formen in die Region gelangt. Noch nicht begegnet ist uns bisher die Familie der Trionychiden, die ebenfalls einen sehr isolierten Zweig der Schildkröten repräsentieren, wenn sie auch weniger altertümlich sind als die Dermochelydiden. Sie scheinen von den im europäischen Malm häufigen Thalassemydiden sich herzuleiten und erscheinen zuerst in der oberen Kreide von New-Jersey. In Europa erscheinen sie im unteren Eozän und von hier aus könnten sie mit den Viverriden Afrika erreicht haben. Doch finden die afrikanischen Gattungen Trionyx und Emyda sich auch in den Siwalikschichten. Dies und das Fehlen der Familie auf Madagaskar sprechen mehr für die Zugehörigkeit zur Antilopidenschicht. Die Sauropterygier und die Ichthyosaurier endlich werden in den afrikanischen Meeren nicht gefehlt haben, doch da Afrika damals Festland war, so können wir natürlich von ihnen keine Reste zu finden erwarten. Es folgt nun die Zusammenstellung der Familien.

Tritylodontiden-schicht:	Hyracoiden-schicht:	Viverriden-schicht:	Antilopiden-schicht:
††Dinosauria.			
††Stegosauridae.			
††Megalosauridae.			
††Zanclodontidae.			
	Crocodilia:		
(††Archisuchia.)		·	?Crocodilidae.
		Ophidia.	
	Typhlopidae.		Erycidae (von Syrien).
	Calamariidae.		Viperidae (von Syrien).
	Colubridae.		
	Homalopsidae.		
	Psammophidae.		
	*Rachiodontidae.		
	Dendrophidae.		
	Dryiophidae.		
	Dipsadidae.		
	Lycodontidae.		
	Pythonidae.		

Tritylodontiden-schicht:	Hyracoiden-schicht:	Viverriden-schicht:	Antilopiden-schicht:
	Elapidae.		
	*Dendraspididae.		
	*Atractaspididae.		
	Lacertilia:		
Gymnophthalmidae.	Chamaeleontidae.	Agamidae.	Varanidae.
Scincidae.	Amphisbaenidae.		Lacertidae.
	Lepidosternidae.		
	Zonuridae.		
	*Chamaesauridae.		
	Sepidae.		
	Acontiadae.		
	Geckotidae.		
††Rhynchocephalia.			
††Mesosauridae.			
††Proterosauridae.			
††Theromorpha.			
*††Endothiodontidae.			
††Pariotychidae.			
††Cynodontidae.			
*††Tectinariales.			
††Mononariales.			
††Binariales.			
—			
*††Pareiosauridae.			
—			
††Dicynodontidae.			
††Oudenodentidae.			
	Testudinata:		
Dermochelydidae.	Chelydidae.	Emydidae (z. T.).	Trionychidae.
	Chersidae (z. T.).		
	Chelonidae		

Ordnen wir die vier südlichen Regionen wieder nach dem Prozentgehalt an nordischen Familien ohne Berücksichtigung der eingeklammerten, so ergibt sich folgende Reihe:

	Mesozoische	Alttertiäre	Mitteltertiäre	Pliozäne Schicht	Nordische Familien.
Neotropische Region	5 %	82 %	— %	14 %	14 %
Madagassische Region	20 „	64 „	8 „	8 „	16 „
Äthiopische Region	30 „	53 „	4 „	13 „	17 „
Australische Region	16 „	44 „	— „	41 „	41 „

Wir bekommen also wieder eine andere Reihe. Wir sehen, dass für die alttertiäre Schicht der Reptilien ebenfalls Brasilien als Verbreitungszentrum angenommen werden muss, da Australien wieder den geringsten Prozentsatz in dieser Reihe zeigt. Der mittlere Prozentsatz der nordischen Familien beträgt hier nur noch 22 %, wie das nach dem geologischen Alter der Klassen sich erwarten liess. Sind doch die

Vögel der jüngste, die Reptilien der älteste Zweig des Amniotenstammes. In den mesozoischen Schichten ergibt sich dagegen eine andere Reihenfolge. Aus ihr können wir auch zahlenmässig den Schluss stützen, dass Afrika damals das Verbreitungszentrum wenigstens der südlichen Reptilien war. Dass dann Madagaskar folgt, ist auch leicht erklärlich, da dieses einen Teil des afrikanischen Festlandes bildete. Auffällig ist der geringe Prozentsatz bei Südamerika. Man könnte daraus schliessen, dass Afrika am Ende der paläozoischen und im Anfang der mesozoischen Zeit mit Australien in engerer Verbindung stand als mit Südamerika, wie dies nach der Verbreitung der permokarbonischen Geschiebe des Gondwanalandes und nach dem Vorkommen der Glossopterisflora möglicherweise tatsächlich der Fall gewesen ist.

§ 68. Die **Amphibien**fauna der äthiopischen Region weist wenig Abwechslung auf. Nur vier Batrachierfamilien sind hier vertreten. Von diesen sind die Bufoniden känoogäisch und, da sie auf Madagaskar fehlen, jedenfalls erst im Pliozän nach Afrika gekommen. Die anderen Familien dagegen sind der Hyracoidenschicht zuzurechnen. Als fünfte Familie müssen früher die neotropisch-madagassischen Dendrobatiden auch auf dem afrikanischen Kontinente zu finden gewesen sein. Die Urodelen fehlen gänzlich, die Cäcilier dagegen gehören der Tritylodontidenschicht an und haben jedenfalls mit dieser die ganze mesozoische Zeit hindurch die Region bewohnt. Endlich fehlen auch die Stegocephalen nicht in der Karooformation und zwar finden wir hier Stereospondylen und Temnospondylen, also die höchstentwickelten Formen dieses alten Seitenzweiges. Wir erhalten demnach folgende Übersicht:

Tritylodontidenschicht:	**Hyracoidenschicht:**	**Antilopidenschicht:**
Apoda.		Anura:
Caeciliidae.	Dactylethridae.	Bufonidae.
	Engystomatidae.	
††Stegocephali.	Ranidae.	
††Labyrinthodontidae.	(†Dendrobatidae.)	
††Micropholididae.	(†Dyscophidae.)	

Da die Amphibien ungefähr den Reptilien gleichaltrig sind, wenn auch um ein wenig älter, so können wir bei ihnen ähnliche Verhältnisse erwarten. Tatsächlich folgen sich die Regionen nach ihrem Prozentgehalt an mesozoischen Familien in genau derselben Reihe wie bei den Reptilien:

	Mesozoische	Alttertiäre	Pliozäne Schicht.
Äthiopische Region	43 % (30)	43 %	14 %
Madagassische Region	20 „ (20)	80 „	— „
Australische Region	13 „ (13)	38 „	50 „
Neotropische Region	8 „ (5)	69 „	23 „

Die in Klammern stehenden Zahlen sind die Prozentzahlen der Reptilien. Diese Zahlen unterstützen also den Schluss, den wir bei diesen gezogen haben. Die Amphibien zeigen auch fast genau denselben durchschnittlichen Prozentsatz an nordischen Familien, nämlich 22%. Genauer sind die Werte bei den Reptilien 22,25, bei den Amphibien 21,75%. Auch dies entspricht dem geologischen Alter der Wirbeltierklassen, da die Amphibien um ein weniges älter sind als die Reptilien. Dieselbe Reihenfolge erhalten wir bei dem Prozentsatz der mesozoischen Familien. Das Mittel ergibt hier bei den Vögeln 0%, bei den Säugetieren 9%, bei den Reptilien 17%, bei den Amphibien 21%.

§ 69. Die **Fische** sind in der äthiopischen Region wieder reichlicher vertreten als die Amphibien. Unter den Acanthopterygiern sind jedenfalls als sehr junge Einwanderer die Labyrinthfische und die Mastacembeliden anzusehen, beide äthiopisch-orientalische Familien, die nicht über den Nyassasee südwärts vorgedrungen sind und auch östlich von ihm fehlen. Von marinen Fischen sind aus den bei Südamerika angegebenen Gründen die Cirrhitiden, Scorpäniden und Acronuriden der jüngsten Schicht zuzuzählen, sie kamen erst in die ostafrikanischen Gewässer, als die Verbindung zwischen Mittelmeer und Indischem Ozean unterbrochen war. Dagegen müssen die Gobiesociden und die Teuthiden schon vor dieser Zeit das Rote Meer und den Arabischen Meerbusen von Mittelmeer erreicht haben. Sie gehören vielleicht der Viverridenschicht an. Derselben Schicht gehören wahrscheinlich auch die Süsswasserperciden an, die nicht von Südamerika gekommen sein können, weil sie in Brasilien fehlen, auch finden sie sich nicht auf Madagaskar, während sie sich über das ganze Festland verbreiten. Die marinen Perciden dagegen haben die afrikanischen Küsten schon früher erreicht. Zwei andere Familien, die Sciäniden und Gobiiden müssen wir als spezielle Anpassung ansehen, so bleiben für die Hyracoidenschicht von den Süsswasserfischen nur die Mugiliden übrig. Unter den Pharyngognathen haben die Chromiden von der äthiopischen Region aus sich ausgebreitet. Unter den Physostomen sind charakteristische Vertreter der Antilopidenschicht die Cypriniden wegen ihres Fehlens in Südamerika und auf Madagaskar. Fünf Unterfamilien sind in der Region vertreten, darunter die Kneriinen endemisch. Die Cyprininen weisen zwei endemische Gattungen auf, die dritte ist südpaläarktisch-orientalisch, die Abramidinen besitzen nur eine endemische Gattung, die aus Westasien gekommen sein dürfte, da hier und in Europa die Unterfamilie am stärksten entwickelt ist und diese auch aus dem europäischen Miozän fossil bekannt ist. Dagegen sind die Rasborinen und Danioninen orientalischen Ursprungs, da die beiden ostafrikanischen Gattungen zugleich in der orientalischen Region sich finden. Auch die Muräniden rechnen wir der gleichen Schicht zu, da sie in Südamerika und im westlichen Afrika fehlen, ebenso die Notopteriden von Westafrika, eine sonst orientalische Familie. Unter den Siluriden rechnen wir zur

Antilopidenschicht die Homalopteren, in den Siwalikschichten vertreten durch die auch äthiopischen Clarias und Heterobranchus, sowie die Heteropteren, die jetzt noch vorwiegend orientalisch sind, und von denen eine afrikanische Gattung auch in Indien vorkommt. Von den Proteropteren gehören hierher die Bagrinen, die ebenfalls in den Siwalikschichten sich finden, darunter auch der westafrikanische Chrysichthys, und in Afrika hauptsächlich im Nil und nur in einer Gattung im tropischen Afrika vorkommen. Dagegen gehören die Pimelodinen und Ariinen der Hyracoidenschicht an, ebenso wie die Stenobranchier. Gleiches gilt von den Characiniden, Galaxiaden, Osteoglossiden und Cyprinodontiden wegen ihrer verwandtschaftlichen Beziehungen zu Südamerika. Bei letzteren kommt noch die Verbreitung in der ganzen madagassischen Region hinzu. Doch ist nur Haplochilus paläogäisch. Die Gattung Fundulus haben wir als känogäisch bezeichnet, sie findet sich auch nur in Ostafrika, wo wir auch sonst die meisten jüngeren Familien treffen. Sie ist jedenfalls der Viverridenschicht zuzurechnen, da sie in Indien fehlt. Die beiden endemischen Familien der Mormyriden und Gymnarchiden stehen den holarktischen Esociden nahe, doch da diese in Nordamerika bis in die Kreideformation zurückreichen, so können wir die beiden als die paläogäischen Vertreter der holarktischen Familie ansehen und demnach der Hyracoidenschicht zurechnen. Endlich seien noch die marinen auf den Indischen Ozean beschränkten Chirocentriden erwähnt, deren Entwicklung erst nach dem Miozän stattgefunden haben kann. Unter den Plectognathen bilden die Gymnodonten eine spezielle Anpassung, unter den Lophobranchiern müssen die Solenostomiden vor dem Pliozän in den jetzt allein von ihnen bewohnten Indischen Ozean gelangt sein, da sie aus dem europäischen Eozän bekannt sind. Die Ganoiden sind in der Region nur durch die Polypteriden des Tropengebietes vertreten. Da diese sich unmittelbar an die in Europa im Karbon, in Nordamerika im Perm ausgestorbenen Rhombodipterinen anschliessen, so müssen wir in ihnen Angehörige der Tritylodontidenschicht sehen. Jedenfalls haben im Perm auch in Afrika Rhombodipterinen gelebt, da dieser Kontinent während der letzten Zeit des Paläozoikums viele verwandtschaftliche Beziehungen zu Nordamerika besitzt. Auch die Dipnoer sind nur durch die Protopteriden vertreten, die wir aus den bei Südamerika angegebenen Gründen ebenfalls der mesozoischen Schicht zuweisen. Übrigens haben beide Ordnungen sich in fast genau denselben Gebieten Afrikas erhalten. Auch von den Dipnoern finden sich die letzten fossilen Vertreter ausser den isolierten Ceratodiden im Perm von Nordamerika, allerdings dem Seitenzweig der Ctenodipterinen angehörend. Die geographische Entwicklung der Dipnoer zeigt demnach ziemlich einfache Züge. Die Paladipnoer haben sich im Norden fortentwickelt bis zur Kreide. Etwas vorher gelangten sie über Indien nach Australien, wo sie allein erhalten blieben. Die Neodipnoer stellen im Gegensatz zu ihnen den rein paläogäischen Zweig

der Ordnung dar, der im Perm über Afrika nach Südamerika gelangte. Die Ctenodipterinen endlich stellen einen nordischen Seitenzweig dar, der in Nordamerika bereits im Perm unfruchtbar erlosch. Unter den Selachiern sind die nur bei Südafrika vorkommenden Rhinodontiden jedenfalls schon sehr früh hierher gelangt, da von ihnen keine fossilen Vertreter bekannt sind, und da die Selachier eine sehr konservative Sippe sind, gehen doch einzelne noch lebende Gattungen bis zum Lias, die Familien sogar zum Teil bis zum Karbon zurück, alle bis in die mesozoische Zeit. Wir werden deshalb die Rhinodontiden unbedenklich in die Tritylodontidenschicht stellen können. Sie sind jedenfalls ein Zweig der Lamniden, der sich in dem Meere südlich des südatlantischen Kontinentes ausbildete. Wir erhalten demnach folgende Verteilung der Fischfamilien:

Tritylodontidenschicht:	**Hyracoidenschicht:**	**Viverridenschicht:**	**Antilopidenschicht:**	**Spezielle Anpassung:**
		Acanthopterygii:		
	Percidae m.	Percidae.	Cirrhitidae m.	Sciaenidae.
	Pristipomatidae m.	Teuthididae m.	Scorpaenidae m.	Gobiidae.
	Mugilidae.	Gobiesocidae m.	Acronuridae m.	
			Labyrinthici.	
			Mastacembelidae.	
	Pharyngognathi.			
	Chromidae.			
	Physostomi:			
	Siluridae Pimelodinae.		Siluridae Clarinae.	
	Siluridae Ariinae.		Siluridae Plotosinae.	
	Siluridae Doradinae.		Siluridae Silurinae.	
	*Siluridae Rhinoglaninae.		Siluridae Bagrinae.	
	*Siluridae Melapterniinae.		Cyprinidae.	
	Characinidae.		Chirocentridae m.	
	Galaxiadae.		Notopteridae.	
	*Mormyridae.		Muraenidae.	
	Gymnarchidae.			
	Cyprinodontidae (z. T.).			
	Osteoglossidae.			
Crossopterygii.		Lophobranchii.		Plectognathi.
*Polypteridae.		Solenostomidae m.		Gymnodontidae.
(†Rhombodipterini.)				
Sirenoidea.				
*Protopteridae.				
Selachii:				
Rhinodontidae m.	Trygonidae m.			

Da wir bei den Fischen nicht alle Familien betrachtet haben, so würde eine prozentuale Berechnung zu keinen wesentlichen Resultaten führen, zumal wir hier auch noch die Erscheinung der speziellen Anpassung haben.

§ 70. Bei den **Insekten** geraten wir in eine Schwierigkeit bei den älteren Formen, die Beziehungen zu Indien aufweisen, denn sie können der ältesten wie auch der jüngsten Schicht angehören. Doch bei der weiten Verbreitung, die jetzt die meisten Insektenfamilien besitzen und die sie jedenfalls auch früher hatten, wird die Wahrscheinlichkeit immer für die ältere Schicht sprechen. Unter den Hymenopteren kommen für die Tritylodontidenschicht die Camponotiden und Myrmiciden in Betracht. Beziehungen zu Indien zeigen unter den Camponotiden *Plagiolepis (Austr.), *Acantholepis (Mad.), *Parasyscia (Mad.), Oecophylla (Afrika, Indien, Sunda-Inseln, Australien), Polyrhachis (Afrika, China bis Australien), unter den Myrmiciden *Cardiocondyla (Austr.), *Meranoplus (Mad.), *Cataulacus (Mad.), *Sima (Mad.), *Tetramorium (Sam.), Triglyphothrix (eine Art in Afrika, eine in Indien), Carebara (Afrika, Asien), Pheidologeton (Afrika, Ostindien, Molukken, Australien). Die transatlantischen Beziehungen der beiden Familien sind schon bei Südamerika erwähnt worden. Auch unter den Poneriden finden wir indische Beziehungen bei Odontomachus, Anochetus, Leptogenys, Lobopelta, Platythyrea, doch sind alle diese Gattungen auch sonst weit verbreitet, finden sich insbesondere alle in der neotropischen Region. Da die Familie nicht vor dem Oligozän bekannt ist, so können wir sie nur der Hyracoidenschicht zurechnen und müssen annehmen, dass die indischen Beziehungen durch die Ausbreitung der neotropisch-äthiopischen Gattungen nach Indien hervorgerufen wurden. Sollten dagegen mesozoische Reste der Familie gefunden werden, so würden wir eher an eine Wanderung in umgekehrter Richtung denken. Von den Doryliden zeigt Anomma transatlantische Beziehungen. Zwei andere Gattungen sind auch in Indien vorhanden und zwar ist Dorylus vorwiegend afrikanisch, Aenictus orientalisch. Erstere dürfte ihre Heimat in Afrika haben, letztere durch transpazifische Ausbreitung nach Indien gekommen und von hier im Pliozän nach Afrika gelangt sein. Die Gattungen fehlen in Madagaskar. Von den anderen Hymenopteren fanden wir transatlantische Beziehungen bei den Evaniiden *Aulacus (Austr.), *Gasteruption (Sam.), *Evania (Sam.), bei den Stephaniden *Stenopasmus (Austr.) und *Stephanus (Sam.). Auch hier fehlen die indischen Beziehungen bei keiner der genannten Gattungen, doch ist keine Familie länger als seit dem Oligozän bekannt. Die Chalkidiergattung *Leucospis (Sam.) ist nach ihrer Verbreitung mit den Viverriden nach Afrika gekommen, gleichzeitig auch die Thynnide Methoea (Kalifornien, Kanada, Europa, Südafrika, Mangkassar).

Unter den Lepidopteren Afrikas überwiegen die Familien, die der Hyracoidenschicht zuzurechnen sind. Die verwandtschaftlichen Beziehungen der Danaiden sprechen für deren transpazifische Ausbreitung.

In Afrika sind sie nur durch die tropisch universell verbreitete Gattung Danais vertreten. Wir nehmen aus diesem Grunde an, dass diese erst im Pliozän von Indien her in die Region gelangt ist. Die Elymniden sind nur durch eine Art in Westafrika vertreten, während 27 die orientalische Region bewohnen und zwar besonders deren Waldgebiete. Wir müssen sie also ebenfalls der Antilopidenschicht zurechnen. Gleiches gilt von den Papilioniden, die ebenfalls transpazifisch sich ausgebreitet haben. Die Lycäniden sind zum ersten Male mit den Viverriden nach Afrika gelangt. Hierher gehören jedenfalls die Gattungen Polyommatus, Lycaena, Thecla, von denen die zweite aus dem europäischen Oligozän bekannt ist, während die dritte in der orientalischen Region fehlt, sowie vielleicht die neun in der Region endemischen Gattungen. Dagegen sind sieben Gattungen der äthiopischen mit der orientalischen Region gemeinsam und dazu kommt noch Jalmenus von Madagaskar, der orientalisch-australisch ist. Diese acht Gattungen können demnach erst mit den Antilopiden Afrika erreicht haben, während sie gleichzeitig mit zwei Ausnahmen auch nach Australien sich ausbreiteten. Auch unter den Familien der Hyracoidenschicht finden sich indische Beziehungen, die hier einen doppelten Grund haben können. Einzelne Familien waren gleichzeitig paläogäisch und känogäisch. Von diesen konnten also mit den Antilopiden nordische Formen von Indien nach Afrika kommen. Dies dürfte der Fall sein bei den Satyriden Debis, Melanitis, Mycalesis und Yphthima, während Satyrus, Hipparchia, Caenonympha und Erebia aus derselben Familie nur aus der paläarktischen Region gekommen sein können. Sie können daher der Viverridenschicht angehören. In derselben Zeit können auch die weit verbreiteten Gattungen Pyrameïs (Nymphaliden), Pieris, Colias (Pieriden), Hesperia, Pamphila und Nisoniades (Hesperiden) nach Afrika gekommen sein. Andere Übereinstimmungen mit Indien erklären sich durch eine pliozäne Wanderung in umgekehrter Richtung wie bei den Nymphaliden Nymphalis, Junonia, Neptis, Diadema, Cyrestis, Eurythele, Ergolis und bei den Pieriden Callidryas, Terias, Tachyris, Pontia, Eronia und Thestias. Gleichgerichtet muss auch die Ausbreitung der Nemeobiiden gewesen sein, deren westafrikanisch-madagassische Gattung Abisara Nordindien und die malaiischen Inseln bis zu den Molukken erreicht hat. Auch die Libytheiden mögen in dieser Weise sich ausgebreitet haben, doch ist bei ihnen auch der umgekehrte Fall nicht ausgeschlossen, dass sie mit den Danaiden und Papilioniden zusammenzustellen sind. Dagegen überwiegen die äthiopischen Acräiden so stark, dass wir in Afrika ihr Ausbreitungszentrum sehen müssen, von wo aus von den 90 Arten der Familie nur 4 die orientalisch-australischen Gebiete erreicht haben. Unter den Heteroceren sind die Sphingiden die ältesten Bewohner, die wir wie bei den anderen Regionen der mesozoischen Schicht zurechnen, wenn auch manche Gattung erst später Afrika erreicht haben wird. Als alttertiär sehen wir die Zygäniden an. Doch haben von ihnen die holarktischen Zygaena und Procris, die nur

zerstreut in Afrika vorkommen, jedenfalls erst mit den Viverriden die Region erreicht. Die Agaristiden sind von Australien in die orientalische Region gelangt und haben von hier im Pliozän nach Afrika sich ausgebreitet, dessen beide Gattungen Eusemia und Aegocera gleichzeitig orientalisch sind. Die Ägeriden endlich rechnen wir der Viverridenschicht zu, da sie vorwiegend holarktisch sind und die australische Region nicht erreicht haben, während die Familien der Antilopidenschicht und auch die meisten ihrer Gattungen zugleich australisch sind. Die Tineiden gehören wegen *Setomorpha der Hyracoidenschicht an.

Unter den Dipteren rechnen wir die Tipuliden zur Hyracoidenschicht wegen der atlantischen Beziehungen von Gnophomyia und Eriocera. Die letztere Gattung hat im Pliozän auch Indien erreicht. Bei Madagaskar erwähnten wir dazu die Gattung Mongoma. Deren indische Beziehungen sind aber vielleicht nur scheinbare, da sie in Vorderindien und auf Ceylon fehlt. Ihre Verbreitung kann auch in 2 Strahlen von dem paläarktischen Gebiet aus stattgefunden haben. Sie ist dann mit den Viverriden oder auch erst im Pliozän, aber von Syrien her nach Afrika gekommen. Auf demselben Wege sind jedenfalls auch die holarktischen Gattungen Rhiphidia und Elephantomyia in die Region gelangt, von denen die letzte aus dem Bernstein bekannt ist, aber auch in Südafrika versprengt sich findet, so dass für sie die Zugehörigkeit zur Viverridenschicht gesichert erscheint.

Unter den Coleopteren fanden wir transatlantische Beziehungen von afrikanischen Formen bei dem Cicindeliden Megacephala, den Carabiden Catascopus, Coptodera, Colopodes, Caasnonia, Drimostoma, Selenophorus, Callida, Tetragonoderus, Lia, Hypolithus, Galerita, Goniotropis, Alindria, Pachyteles, dem Mentophiliden Epilissus, den Brenthiden Brenthus und Arrhenodes, dem Lymexyloniden Atractocerus, den Buprestiden Psiloptera, Actenodes, Belionota, Acmaeodera, Colobogaster, den Cetoniiden Stethodesma, Clinteria, dem Trogiden Omorgus, den Prioniden Parandra, Mallodon, den Cerambyciden Oeme, Cyrtomerus, Smodicum, Philematium, den Lamiiden Spalacopsis, Apomecyna, Exocentrus, Acanthoderes. Wir untersuchen nun zunächst die indischen Beziehungen der Familien, deren Zugehörigkeit zur Tritylodontidenschicht wir vermuten können. Bei den Carabiden gehören von den oben genannten amphiatlantischen hierher die tropisch kosmopolitischen Catascopus, Coptodera, Colopodes und Caasnonia, ferner Selenophorus, Callida, Tetragonoderus, Hypolithus (Java), Galerita. Dazu kommen vielleicht noch die orientalisch-äthiopischen Orthogonius, Hexagonia, Macrochilus, Thyreopterus und der ausserdem in Australien sich findende Pheresophus. Dagegen sind die orientalischen Beziehungen der vorwiegend äthiopischen Abacetus und Hypolithus jedenfalls erst pliozänen Datums, von denen je eine Art Java erreicht hat, von dem ersten eine zweite Südeuropa. Auch holarktische Einwanderer fehlen nicht. Ausser den früher schon erwähnten Omaseus, Steropus, Platysoma und Ptero-

stichus, Dromius, Carabus, letzterer von oligozänem Alter, sind noch zu nennen Abax, eine holarktische Gattung, die über Afrika, wo sie jetzt fehlt, nach Madagaskar gelangt ist, sowie die paläarktisch-äthiopischen Perileptus und Crepidogaster. Unter den Bupresiden zeigen indische Beziehungen Belionota, Sternocera und Chrysochroa. Besonders die letzte Gattung ist wichtig, weil sie von Südafrika über Madagaskar nach Indien sich erstreckt, das ist aber der Weg, auf dem die mesozoischen Familien nach Afrika gekommen sind. Der Viverridenschicht gehört dagegen jedenfalls Agrilus an, der aus dem Oligozän bekannt und jetzt beinahe kosmopolitisch ist, sowie der fast rein paläarktische Julodis. Die Cetoniiden haben sechs äthiopisch-orientalische Gattungen Clinteria, Heterorhina, Rhomborhina, Macronota, Agestrata und Chalcothea. Ein späterer Einwanderer ist Valgus, vielleicht auch Oxythraea. Unter den Lucaniden findet der australisch-madagassische Figulus sich auch in Afrika, Nigidius und zwei andere Gattungen sind äthiopisch-orientalisch, der paläarktisch-orientalische Cladognathus hat auch Afrika erreicht. Die letztere Gattung gehört freilich wahrscheinlich der Viverridenschicht an, da sie nicht bis zu dem australischen Festlande gekommen ist. Unter den Cerambyciden sind an erster Stelle *Xystrocera und *Ceratophorus zu nennen, die selbst australische Beziehungen aufweisen. Als äthiopisch-orientalisch sind weiter zu nennen Phylagetes (Südafrika, Malakka) und Homalechnus, als dessen Hauptgebiet Indien anzusehen ist. Dagegen ist Leptura (Kapland, Singapore, Celebes) als holarktische Gattung anzusehen, die an den genannten Orten versprengte Arten besitzt. Sie gehört jedenfalls der Viverridenschicht an. Von den Lamiiden zeigen australische Beziehungen Oopsis, Batocera, Apomecyna. Die meisten nicht endemischen Gattungen sind zugleich orientalisch, wie Tetraglenes und Schoenionta. Letztere hat drei malaiische und eine südafrikanische Art. Fast ganz orientalisch sind Coptops und Praonetha. Eine junge Form der Viverridenschicht ist jedenfalls Saperda. Die genannten Familien werden also nicht nur durch ihr geologisches Alter der Tritylodontidenschicht zugewiesen, sondern auch ihre australischen und orientalischen Beziehungen sprechen für ihr langes Verweilen in der Region, wozu bei den Cetoniiden besonders auch der hohe Grad von Endemismus kommt, indem von 120 Gattungen auf die Region 56 (47 %) entfallen, von denen 44 endemisch sind, d. h. 79 % der vorkommenden Gattungen. Freilich sind alle diese Familien gleichzeitig auch känogäisch gewesen, und infolgedessen neue Formen mit den Viverriden und wohl auch den Antilopiden ins Land gekommen. Die Prioniden weisen keine afrikanisch-indischen Beziehungen auf, doch da wir sie der Allotherienschicht Madagaskars zuweisen mussten, so werden sie auch schon in mesozoischer Zeit nach Afrika gelangt sein. Bei den Dynastiden, Melolonthiden und Aphodiiden aber stützen wir uns nur auf ihr geologisches Alter ebenso wie bei den Tenebrioniden, unter denen Zophosis seine Heimat in Afrika besitzt und von hier aus viel-

leicht im Miozän in das Mittelmeergebiet sich ausgebreitet hat. Gehen wir nun zu den jüngeren Käferfamilien über, so sind besonders die Cicindeliden zu erwähnen. Zu den früheren erwähnten transatlantischen Beziehungen sei noch hinzugefügt, dass die in Südafrika endemischen Manticora und Platychile ihre nächsten Verwandten in Nordamerika besitzen. Der madagassisch-indischen Gattung Megalomma müssen wir noch Jansenia hinzufügen, die in Südafrika und Südindien vorkommt, sich aber trotzdem erst im Pliozän ausgebreitet haben mag. Von den andern Familien ist nichts Besonders zu bemerken.

Unter den Hemipteren fanden wir transatlantische Beziehungen bei Velia. Unter den Orthopteren Afrikas sind aus gleichem Grunde zu nennen die Grylliden Cyrtoxiphus, Oecanthus, Curtilla, die Conocephalide Agroecia, die Locustide Meroncidius. Von diesen kommen Cyrtoxiphus und Oecanthus auch in Indien vor. Indische Beziehungen zeigt auch die seit dem Lias bekannte Familie der Acrididen in Spathosternum (Kamerun, Ceylon, Birma, Kambodscha). Beide Familien gehören deshalb zur mesozoischen Schicht ebenso wie die Phaneropteriden und Locustiden wegen ihres Verhaltens auf Madagaskar. Von den Grylliden kommt in Afrika neben der paläogäischen Untergattung Curtilla auch die echte Gryllotalpa vor, die in der holarktischen, orientalischen und australischen Region verbreitet ist. Da die Gattung im europäischen Oligozän sich findet, gehört sie jedenfalls der Viverridenschicht an. Die besprochenen Insektenfamilien verteilen sich also folgendermassen auf die einzelnen Schichten:

Tritylodontiden-schicht:	**Hyracoiden-schicht:**	**Viverriden-schicht:**	**Antilopiden-schicht:**
	Hymenoptera:		
Camponotidae.	Poneridae.	Chalcididae.	(Dorylidae.)
Myrmicidae.	Dorylidae.	Thynnidae.	
	—		
	Evaniidae.		
	Stephanidae.		
	Lepidoptera:		
Sphingidae.	Satyridae.	(Satyridae.)	Danaidae.
	Acraeidae.	(Nymphalidae.)	(Satyridae.)
	Nymphalidae.	Lycaenidae.	Elymnidae.
	Libytheidae.	(Pieridae.)	(Lycaenidae.)
	Nemeobiidae.	(Hesperidae.)	Papilionidae.
	Pieridae.	—	—
	Hesperidae.	(Zygaenidae.)	Agaristidae.
	—	Aegeriidae.	
	Zygaenidae.		
	†Uraniidae.		
	—		
	Tineidae.		

Tritylodontidenschicht:	Hyracoidenschicht:	Viverridenschicht:	Antilopidenschicht:
	Diptera:		
	Tipulidae.		(Tipulidae.)
	Coleoptera:		
Carabidae.	Cicindelidae.	(Cicindelidae.)	
Buprestidae.	(Carabidae.)	(Carabidae.)	
Aphodiidae.	Mentophilidae.	(Buprestidae.)	
Dynastidae.	Brenthidae.	(Cetoniidae.)	
Cetoniidae.	Lymexylonidae.	(Lucanidae.)	
Melolonthidae.	(Buprestidae.)	(Lamiidae.)	
Lucanidae.	Copridae.	(Cerambycidae.)	
Lamiidae.	Geotrupidae.	(Tenebrionidae.)	
Cerambycidae.	Trogidae.		
Prionidae.	Hybosoridae.		
Tenebrionidae.	Orphniidae.		
	(Cetoniidae.)		
	Hopliidae.		
	Rutelidae.		
	(Lucanidae.)		
	Passalidae.		
	(Lamiidae.)		
	(Cerambycidae.)		
	(Prionidae.)		
	Orthoptera:		
Gryllidae.	Conocephalidae.	(Gryllidae.)	
Locustidae.			
Phaneropteridae.			
Acrididae.			

§ 71. Unter den übrigen Arthropoden sollen hier nur nochmals die afrikanischen Formen aufgezählt werden, die Beziehungen zu Südamerika zeigen. Es wurden erwähnt unter den **Arachnoidiern** von den Araneinen Gasteracantha, Nephila, Argiope, Argyrodes, von den Opilionen Cryptostemma Westermanni, von den Acariden Megisthanus, Trombidium, unter den **Crustaceen** von den Dekapoden Atya scabra, Atya gabonensis, Palaemon jamaicensis, Palaemon olfersi, Remipes cubensis, Calappa marmorata, Callinectes diacanthus, von den Isopoden Armadillo, endlich auch Peripatus.

§ 72. Was die Mollusken anlangt, so haben wir gesehen, dass deren Faunencharakter in der Hauptsache schon seit mesozoischer Zeit feststeht. Wir erkannten das z. B. an dem geringen Einflusse, den die nordamerikanische Molluskenfauna auf die südamerikanische gewonnen hat. Infolgedessen müssen wir auch bei Afrika unter ihnen Vertreter der Tritylodontidenschicht erwarten, die zum Teil auch transatlantische Beziehungen zeigen werden. Solche finden wir, wenn wir zunächst zu den **Gastropoden** uns wenden, unter den Pulmonaten bei den Heliciden Streptaxis, Achatina, Stenogyra, Buliminus, Glandina, bei den

Cyclostomiden Cyclophorus, Cyclotus, Hydrocena. Bei letzteren ist allerdings diese Beziehung nach dem früher gesagten zweifelhaft. Indische Beziehungen finden wir mehrfach bei den Heliciden. So ist Nanina orientalisch-australisch, doch finden sich auch vier Arten in Westafrika. Ausserdem kommen von äthiopischen Gattungen in Indien vor Helix, Clausilia, Cionella, Buliminus, Stenogyra, Vitrina, Achatina und Streptaxis. Die letzten beiden haben sich aber jedenfalls erst später von Afrika aus ausgebreitet, da sie hier bez. in Südamerika ihr Hauptverbreitungszentrum besitzen, gleiches gilt vielleicht auch für Stenogyra, während die anderen Gattungen vorwiegend känogäisch sind. Von Clausilia hat nur die Untergattung Macroptychia mit zwei Arten das abessynische Hochland erreicht, ist also vielleicht als später Einwanderer anzusehen. Auch die Limaciden, in Südafrika nur durch die europäische Gattung Arion vertreten, sind mesozoische Einwanderer wie die Heliciden, zumal sie in Südamerika und im grössten Teile Afrikas völlig fehlen. Mit ihrer Verbreitung deckt sich fast die der Cyclostomiden, nur dass diese in Südamerika nicht fehlen. Unter diesen finden sich alle oben genannten auch in Indien, darunter hatte Cyclophorus sein Verbreitungszentrum in Indien, Cyclotus in Südamerika, letztere Gattung weist also erst jüngere indische Beziehungen auf. Dazu kommen noch zahlreiche indische Beziehungen der madagassischen Cyclostomiden, die die frühe Einwanderung dieser Familie beweisen. Die Limnäiden sind nur durch die weit verbreitete Physa vertreten, die seit dem Malm bekannt ist. Die Gattung fehlt in Südamerika, ist aber auf Madagaskar zu finden. Aus diesem Grunde kann sie nicht der Hyracoidenschicht oder der Antilopidenschicht angehören. Möglich wäre die Viverridenschicht, wahrscheinlich ist die Tritylodontidenschicht. Denn dass die Gattung Südamerika nicht erreicht hat, kann bei den Limnäiden ebensowenig ein Gegenbeweis sein, als bei den Limaciden, deren ganze Familie in Südamerika fehlt. Ausserdem müssen wir auch den Mollusken eine geringere Migrationsfähigkeit zuschreiben, so dass nicht anzunehmen ist, dass sie während der kurzen Zeit, die Afrika mit Europa in Verbindung stand, sollten nach Afrika gelangt sein und hier sich bis Madagaskar ausgebreitet haben. Es bleiben nur noch die Auriculiden übrig, die auf Madagaskar fehlen und die deshalb erst später, wahrscheinlich erst mit den Antilopiden das Land erreicht haben und zwar von Indien aus, da sie durch transpazifische Beziehungen sich auszeichnen. Die vier ausserdem noch besprochenen Prosobranchierfamilien reihen wir auch hier wieder der ältesten Schicht ein. Unter ihnen fehlen die Melaniaden und Cerithiiden im eigentlichen Südamerika. Wir können deshalb vielleicht bei ihnen, wie auch bei den Limaciden und Limnäiden annehmen, dass sie zwar von Madagaskar her die Region erreicht haben und also der Tritylodontidenschicht angehören, aber erst in einer Zeit, als die Vertreter der Hyracoidenschicht schon in Afrika ankamen und dieser Kontinent von Südamerika sich trennte. Die Cerithiide Potamides (Afrika, Mada-

gaskar, Indien, Nordaustralien, China, Kalifornien) spricht auch für diese Verbreitung. Unter den Paludiniden dagegen ist Ampullaria zirkumtropisch, weist also sowohl indische als transatlantische Beziehungen auf. Unter den Neritiniden aber weist Novicella auf indischen Ursprung. Wir bekommen also folgende Gliederung.

Tritylodontidenschicht:	**Hyracoidenschicht** (aber von Madagaskar!):	**Antilopidenschicht:**
	Pulmonata.	
Helicidae.	Limacidae.	Auriculidae.
	Limnaeidae.	
	Prosobranchiata.	
Cyclostomidae.	Cerithiidae.	
Paludinidae.	Melaniadae.	
Neritinidae.		
	Lamellibranchiata.	
Nayadidae.	Aetheriidae.	

§ 73. Unter den **Würmern** sind äthiopisch-neotropisch die Lumbriciden Geogenia, Acanthodrilus, Trigaster, Nematogenia, Gordiodrilus und die Geoscolididen.

§ 74. In seiner **Pflanzen**welt zeigt Afrika wieder vielfache Beziehungen. Indische finden wir besonders reichlich im westafrikanischen Waldgebiete, die jedenfalls erst jungen Datums sind, da wir ja annehmen mussten, dass von hier ein Waldgürtel bis nach Indien sich erstreckte, dann aber auch an der afrikanischen Ostküste. Madagassische Formen haben sich fast über die ganze Region ausgebreitet bis an den Niger und bis nach Nubien. Auch südamerikanische fehlen besonders in Westafrika nicht. Schon früher wurden besonders die Loasaceen erwähnt, abgesehen von verschiedenen Wasserpflanzen wie Tristicha, Heteranthera, Eichhornia und andere. Besonders enge Beziehungen verknüpfen das tropisch-afrikanische Florenreich mit dem indischen, mit dem zusammen es die paläotropische Florenreichsgruppe Drudes bildet. Es ist das die Folge des pliozänen Austausches, der natürlich bei den Pflanzen besonders intensiv sein musste, da es sich um Gebiete mit sehr ähnlichen klimatischen Bedingungen handelte. An diese Gruppe ist auch das madagassische Reich angeschlossen, das, wie wir sahen, jedenfalls über die Inselreste der alten Landbrücke mit Hilfe der Monsunwinde und der Monsunströmungen ebenfalls in jüngerer Zeit noch viel indische Formen erhielt. Ebenfalls jungen Datums ist die Beeinflussung der nördlichen äthiopischen Flora durch die mittelmeerische. Alttertiär sind die Übereinstimmungen der neotropisch-äthiopischen Formen, die ältesten Beziehungen sind aber jedenfalls die der Pflanzen des Kaplandes, das Drude mit Australien und Neuseeland zu einer Florenreichsgruppe zusammenfasst, und auf dessen merkwürdige Übereinstimmungen mit Australien wir bereits bei der Besprechung dieses Kontinentes hinge-

wiesen haben. Unter allen Umständen müssen wir annehmen, dass wenigstens diese Florenelemente bereits in mesozoischer Zeit in die Region gelangt sind. Die indischen Beziehungen sehen wir besonders bei den Pandanaceen und Palmen, von welch letzteren z. B. Borassus beiden Regionen gemeinsam ist, ja selbst dieselben Arten finden wir in ihnen wieder. Weiter sind zu erwähnen die Musaceen, Zingiberaceen, Marantaceen, Commelinaceen, Dioscoreaceen, Ebenaceen, Sapotaceen, Büttneriaceen, Burseraceen, Simarubaceen, Connaraceen, Zanthoxyleen, Diosmeen, Meliaceen, Erythroxylaceen, Mimosaceen, Anonaceen, Dilleniaceen und andere tropische Angiospermenfamilien, an die die Cykadeen und verschiedene Farnfamilien sich anreihen liessen, wenn deren Alter nicht noch über die mesozoische Zeit hinaus zurückginge.

§ 75. Beziehungen der Region. Die Entwicklung der äthiopischen Region dürfte sich also etwa in folgender Weise vollzogen haben. In mesozoischer Zeit bildete sie mit Südamerika einen grossen Kontinent, auf dem unter anderen Tieren Allotherien und Theriodontier lebten. Von ihm aus erstreckte sich eine Landbrücke über Madagaskar nach Indien und über diese hielten eine Reihe bisher ausschliesslich nordischer Tierformen ihren Einzug. Die ersten erreichten die Region bereits in der mesozoischen Zeit und konnten deshalb auch nach Südamerika sich ausbreiten, dort der Dasyuridenschicht zugehörend. Andere gelangten dagegen erst nach Afrika, als dieses schon von der neotropischen Region sich trennte. Sie erscheinen daher höchstens gleichzeitig, vielleicht aber sogar später als die Tiere der Hyracoidenschicht, in der aufs neue holarktische Typen das Land erreichten, deren Ausgangspunkt aber dieses Mal der nearktische Kontinent war. Diese Einwanderungen müssen etwa im Eozän erfolgt sein. Während der Oligozänzeit blieb Afrika mit Madagaskar isoliert und konnte die erhaltenen Faunenelemente eigenartig weiter entwickeln, erreichte aber keinen so hohen Grad von Spezialisierung wie Südamerika, weil dieses länger isoliert blieb. Nachdem noch im Oligozän Afrika von Madagaskar aus um den Straussentypus bereichert worden war, trat es gegen Ende der Oligozänzeit mit der holarktischen Region in direkte allerdings nur wenig gangbare und nur kurze Zeit andauernde Verbindung. Aufs neue drangen nordische Formen ins Land, hier alte paläogäische Familien zurückdrängend oder ganz vernichtend, während zum Austausch auch wieder südliche Formen nach Norden kamen, wo eine ganze Reihe im europäischen Miozän auftreten. Wieder folgte eine Isolation während der Miozänzeit, hinreichend um speziell afrikanische Tiergruppen, selbst ganze Unterfamilien auszubilden, Madagaskar löste sich los, die äthiopische Region nahm ungefähr ihre jetzigen Umrisse an. Damit soll aber nicht gesagt sein, dass sie durch ein Meer an der Stelle der Sahara von Europa getrennt worden wäre. Vielmehr hat die Wüste früher wahrscheinlich in ihrer ganzen Ausdehnung einen Teil der äthiopischen Region gebildet. Das Pliozän brachte endlich einen gewaltigen Umschwung. Es entstand

eine für Tiere besonders auch für Waldtiere gangbare Landverbindung mit Indien, und nun verbreitete sich die dortige reiche Tierwelt rasch in den afrikanischen Kontinent. Gleichzeitig wurde derselbe auch von Europa her zugänglich, und eine ähnliche Invasion bedrohte von hier den bisher isolierten Kontinent. Doch diese brach sich grösstenteils an der Wüste, die nur von wenigen Formen überschritten wurde. Das nördlich der Wüste gelegene Gebiet aber wurde durch sie so stark beeinflusst, dass wir es ganz der holarktischen Region zurechnen. Nur im Osten drangen paläarktische Typen weiter vor, da ihnen hier der Nil einen gangbaren Weg durch die Wüstenzone darbot. Die letzte Änderung, die der afrikanische Kontinent erfuhr, war ein klimatischer Umsturz, der das Afrika mit Indien verbindende Waldgebiet verschwinden liess, dafür aber einer Reihe von Tierformen wie den Antilopen ein Wohngebiet schuf, in dem sie den höchsten Grad von Differentiation erreichen konnten, den wir an einem hochstehenden Zweige des Säugetierstammes kennen.

§ 76. Unterregionen. Wenn wir nun die äthiopische Region in Unterregionen teilen wollen, so müssen wir zunächst feststellen, dass diese eine ganz andere Bedeutung haben, als bei den bisher betrachteten Regionen. Sie haben keine historische Bedeutung. Das können wir schon daraus erkennen, dass nach ihren Mollusken die ganze Region mit Ausnahme von Sokotra ein einheitliches Gebiet bildet, während Kobelt in Südamerika sechs und selbst auf dem australischen Festlande drei annimmt. Wir können also Unterregionen nur nach der jetzigen Verbreitung der Tierwelt abgrenzen, wie sie durch Pflanzenwuchs und Klima bedingt ist. Wir schliessen uns dabei wieder wie bei Südamerika an Wallace an und sehen die erste Unterregion in Südafrika. An eine scharfe Abgrenzung ist hier natürlich nicht zu denken. Die ungefähre Grenze wird durch das Sambesi-Kubangobecken bezeichnet, wir nehmen sie also etwas weiter nördlich an als Wallace. Für die Selbständigkeit dieser Unterregion spricht einmal der selbständige Florencharakter ihres südlichsten Teiles, dann aber auch eine grosse Reihe von Familien, die hier entweder allein in Afrika sich finden, oder doch hier ein isoliertes Verbreitungsgebiet besitzen. Besonders sind es paläogäische Formen, die hier sich erhalten haben: Südafrika ist in hervorragendem Masse eine Zufluchtsstätte für zurückgedrängte Pflanzen- und Tierformen gewesen, wie es ja auch später die gleiche Rolle für die Menschenrasse der Hottentotten spielte. Wir wollen im folgenden die in Betracht kommenden relativ endemischen Familien aufzählen. Solche die noch in anderen entlegenen äthiopischen Gebieten sich finden, sind in Klammern gesetzt, absolut endemische durch einen Stern (*) hervorgehoben, auch auf Madagaskar vorkommende endlich durch ein M. bezeichnet. Darnach finden sich in Südafrika folgende unmittelbar nördlich der Unterregion fehlende Familien: die *Protelinen, Erinaceiden, Macroscelididen, *Chrysochloriden, (Ctenodactyliden), (Dipodiden), (Orycteropodiden), die Sphe-

nisciden, (Serpentariiden), die *Chamäsauriden, die Galaxiaden, *Rhinodontiden, die (Passaliden M.), die Limaciden M. und Cyclostomiden M. Eine Zusammenstellung der Gattungen würde die Asyleigenschaft Südafrikas noch deutlicher hervortreten lassen. Andererseits fehlen in Südafrika eine Reihe von Familien, die sonst allgemein in der äthiopischen Region verbreitet sind, so die Anthropomorphen, Semnopitheciden, die Mustelinen, die Paläornithiden, die Psammophiden, Eryciden, (Amphisbäniden), die Mastacembeliden, Labyrinthfische, Characiniden, Osteoglossiden, Mormyriden, Polypteriden, Protopteriden. Das Gebiet ist also in positiver wie in negativer Hinsicht genügend charakterisiert. An diese Unterregion, die von allen afrikanischen Madagaskar faunistisch am nächsten steht, schliessen wir einige Inselgruppen an, zunächst die indisch-antarktischen, deren bedeutendste die Crozet-Inseln und Kerguelenland sind. Diese weisen merkwürdigerweise in ihren einzigen Wirbeltieren, den Vögeln, Beziehungen zu Südamerika auf, indem hier die Chionididen der Falkland-Inseln durch eine Art vertreten sind. Auch in ihrer Pflanzenwelt schliessen sie sich an die genannten Inseln und an das Feuerland an. Über ihre geologische Geschichte lässt sich aber daraus nicht viel schliessen, denn an der Verbreitung der Pflanzen kann die grosse Westwindtrift sehr wesentlich beteiligt gewesen sein, in der alle diese Inseln gelegen sind. Wichtiger ist St. Helena, das seiner Flora und Fauna nach am engsten an Südafrika sich anschliesst und das jedenfalls einen Rest der alten südatlantischen Landbrücke darstellt. Hierin liegt jedenfalls auch der Grund der Ähnlichkeit mit Südafrika, in dem ja auch die alten Typen noch mehr vorherrschen, als im übrigen Afrika. Leider sind wir wegen des Verschwindens der ursprünglichen höheren Fauna ganz auf Käfer und Süsswassermollusken angewiesen. Die letzteren sind alle Heliciden. Unter ihnen zeigt Bulimus Beziehungen zu Südamerika, wo die Gattung in Brasilien verbreitet ist. Sonst finden sich meist weitverbreitete Gattungen, die z. T. europäische Beziehungen verraten, ganz abgesehen von späteren Einschleppungen. In seiner Molluskenfauna hat also St. Helena am ersten südamerikanischen Charakter, wenn es auch sehr spezialisiert ist. Reicher ist seine Coleopterenfauna[1]), in der Rhynchophoren die Hauptrolle spielen. Diese zeigen Beziehungen zu Südafrika aber auch zu Europa. Unter den ersteren ist Stenoscelis besonders zu erwähnen, unter den letzteren Microxylobius und Pentarthrum, ferner Nesiotes. Unter den Carabiden ist Bembidium paläarktisch und bereits aus dem Oligozän bekannt. Die Gattung Haplothorax steht Carabus nahe, der schon sehr früh den Südkontinent erreicht hat. Von Calosoma sind zwei Arten afrikanischen nahe verwandt. Der Dynastide Melissius steht ebenfalls südafrikanischen Gattungen nahe, die Arten des Trogiden Trox schliessen sich auch an dortige Arten an. Südafrikanische Beziehungen finden wir weiter bei dem Cryptophagiden

1) Nach Wallace, I. L. S. 299—301, G. D. A. D. A. I. S. 317—318.

Cryptophaga und bei dem Pseudotrimeren Chilomenus. Dazu kommen noch zahlreiche europäische Beziehungen. Aus diesen Tatsachen können wir schliessen, dass St. Helena sehr früh von dem atlantischen Festlande sich abtrennte, jedenfalls noch vor dem Auftreten der Edentaten-Hyracoidenschicht. Bei der Trennung blieb es dem afrikanischen Kontinente mehr genähert, so dass von hier aus auch Coleopteren der genannten Schicht, wie die Trogiden leicht die Insel erreichen konnten. Merkwürdig ist das Auftreten der holarktischen Formen, die erst später die Insel erreicht haben können, vielleicht von den Kap Verdischen-Inseln über Ascension. Die älteste Fauna scheint St. Helena, wie die Mollusken zeigen, von Südamerika her erhalten zu haben und gleiches gilt von der Flora, in der besonders die Compositen vielfach neotropische Beziehungen aufweisen, besonders bei alten Typen[1]), während bei den jüngeren die afrikanischen überwiegen, so bei den Rhamneen und Campanulaceen[2]).

Die zweite Unterregion bildet die Waldregion Westafrika, als deren Ostgrenze wir aber etwa den Tanganjika-Mwutan-Graben ansehen müssen. Auch diese Unterregion hat in ihren Wäldern alte Tierformen in grosser Anzahl erhalten, wie später die Zwergstämme. Wir finden hier folgende endemische Familien, wobei dieselbe Bezeichnungsweise angewendet wird wie bei Südafrika: die Anthropomorphen (auch im Seengebiet), Potamogaliden, *Anomaluriden, Traguliden, (Orycteropodiden), Manatiden, die Pittiden, die Homalopsiden, Dryiophiden, Lepidosterniden, Gymnophthalmiden, die Gobiiden, Notopteriden, Knerinen, die Elymniden, Nemeobiiden, Libytheiden, (Passaliden). Die Unterregion hat also weniger endemische Familien aufzuweisen als Südafrika. Trotzdem nimmt sie eine Sonderstellung auch nach ihren Mollusken ein ebenso wie Südafrika, wenn diese auch nicht hinreicht, um ihnen den Rang von selbständigen malakologischen Regionen zu verleihen. Interessant sind einmal die sehr vielfachen Beziehungen, die Westafrika zu Südamerika aufweist und auf die man zuerst bei den Käfern aufmerksam geworden ist[3]). Gleiches gilt aber auch von der Tatsache, dass die westafrikanische Fauna besonders enge Beziehung zur hinterindischen und malaiischen aufweist, wie folgende, allerdings bei weitem nicht erschöpfende Zusammenstellung zeigt:

Westafrika:	**Östliche Orientalische Region:**
Mammalia.	
Gorilla, Troglodytes.	Satyrus, Hylobates.
Perodicticus (Sierra Leone).	Nycticebus.
—	—

1) Wallace, l. L. p. 305—307.
2) Drude, Pflanzengeographie S. 470.
3) Murray, On the Geographical Relations of the Coleoptera of Old Calabar. Transact. of the Linnean Society. v. 23. 1862.

Westafrika:		**Östliche Orientalische Region:**
Poiana (Fernando Po.).		Linsanga.
Naudinia.		Paradoxurus.
Hyaemoschus = Dorcatherium.		Tragulus.
	Aves.	
Alethe, Hypergerus.		Timalia, Trixixes, Cacopitta, Macronus u. andere.
Parinia.	(Paridae.)	Psaltria.
	Pittidae: Pitta.	
	Berenicornis (Bucerotidae).	
	Reptilia.	
Limnophis, Neusterophis.	Homalopsidae.	Hipistes, Hypsirhina usw.
Dryiophis.	Dryiophidae.	Passerita, Tropidococcyx usw.
	Pisces.	
	Notopteridae: Notopterus.	
Heterotis.	Osteoglossidae.	Osteoglossum.
	Insecta.	
	Elymnidae: Elymnias.	
	Nemeobiidae: Abisara.	
	Libytheidae: Libythea.	

Es ist schon früher erwähnt worden, dass diese Ähnlichkeit ihren Grund in der Ähnlichkeit des Gesamthabitus beider Gebiete hat, sowie darin, dass beide im Pliozän durch ein ihnen gleiches Waldgebiet in Verbindung standen. Als dieses verschwand, wurde die ursprüngliche einheitliche Fauna auf die beiden weit getrennten Gebiete zurückgedrängt. Von den zu der Unterregion gehörenden Inseln hat Fernando Po sich jedenfalls erst nach der pliozänen Invasion vom Festlande getrennt, da auf ihm unter zahlreichen älteren Säugetieren wie Galago, Anomalurus und Hyrax auch Cynocephalus auf der Insel vorkommt. Dagegen fehlen den anderen Guinea-Inseln die Säugetiere gänzlich, während sie ziemlich viel Vögel aufzuweisen haben, die Prinzen-Insel sogar eine endemische Gattung, den Laniiden Cuphoterus. Auf derselben Insel findet sich auch die westafrikanisch-madagassische Helicide Columna. Ob und wie lange diese Inseln mit dem Festlande zusammengehangen haben, lässt sich hiernach nicht entscheiden.

Die dritte Unterregion bildet das Savannengebiet Afrikas, einschliesslich der daran sich anschliessenden Wüsten Nordafrikas und Südarabiens, die Subregion Ostafrika von Wallace. Endemische Familien hat diese Subregion nicht aufzuweisen, wenn es ihr auch nicht an endemischen Gattungen fehlt, und einzelne Teile von ihr wie Arabien, die Somalihalbinsel und die Sahara besondere Züge besonders in der Säugetierwelt aufweisen. Auch Abessynien und das obere Nilgebiet zeigen Eigentümlichkeiten, so sind hier relativ endemisch die Ctenodactyliden, Oviden und Orycteropodiden. Diese Provinz spielt also wenn auch in weit geringerem Masse eine ähnliche Asylrolle, wie die südafrikanische Unterregion. Die Oviden gehören, wie wir sahen, der Antilopiden-

schicht an, bei ihnen kann also von einem Asyl keine Rede sein, sie sind vielmehr als Bergtiere auf das abessynische Hochland beschränkt. Im Bereiche der Unterregion liegen eigentlich auch noch die Kap Verdischen Inseln, doch werden wir ihrer erst bei der holarktischen Region gedenken, der wir sie mit Wallace zuteilen. Einer besonderen Besprechung bedarf dagegen die Insel Sokotra. Wir haben schon oben darauf hingewiesen, dass Kobelt diese Insel als eine selbständige malakologische Region neben Madagaskar und Afrika ansieht. Die Cyclostomiden der Insel weisen merkwürdigerweise Verwandtschaft zu Madagaskar auf, indem Otopoma auf den Maskarenen, Lithodion auf Madagaskar selbst vorkommt. Doch brauchen wir daraus nicht zu folgern, dass Sokotra zur madagassischen Region zu rechnen sei. Denn die zweite Gattung findet sich auch in Arabien, von der ersten kennt man je eine Art in Westindien und auf Neumecklenburg. Diese Verbreitung lässt aber darauf schliessen, dass die Gattung früher auch in Afrika sich fand, von wo aus sie einerseits nach Madagaskar, andererseits nach Sokotra gelangt sein kann, das noch auf dem afrikanischen Kontinentalsockel gelegen ist. Eine direkte Verbindung mit Madagaskar scheint wenigstens seit der Jurazeit nicht bestanden zu haben, dagegen ist es sehr wohl möglich, dass die Insel früher mit Arabien zusammenhing, an das sie sich auch in ihrer Pflanzenwelt anschliesst[1]. Sicherlich ist sie aber sehr früh abgetrennt worden, so dass auf der Insel eine eigenartige Molluskenfauna sich entwickeln konnte. Auch findet sich hier nur eine aber endemische Chamäleonart. Doch Sokotra blieb nicht dauernd isoliert, wenn auch sehr lange, da die höheren Tiere keine endemischen Gattungen auf der Insel besitzen. Wahrscheinlich trat daher die Insel erst im Pliozän mit dem Festlande aufs neue in Verbindung, so dass auch Säugetiere der Antilopidenschicht sie erreichen konnten, ja wir können in der Insel vielleicht sogar einen Teil der indisch-äthiopischen Brücke sehen, die der Siwalikfauna das Eindringen in die äthiopische Region ermöglichte. Wir haben denn nicht nötig, einen so beträchtlichen Klimawechsel vorauszusetzen, als er nötig wäre, um statt der Wüsten Südarabiens ein Waldgebiet entstehen zu lassen.

Wir verlassen nunmehr die alte Paläogäa, doch erübrigt es, noch einmal einen zusammenfassenden Blick auf dieselbe zu werfen, da dies in der Hauptsache nach der Besprechung der madagassischen Region geschehen ist. Ausserdem sei auf die statistischen Zusammenfassungen verwiesen, die wir der Besprechung der vier höheren Wirbeltierklassen bei der äthiopischen Region haben folgen lassen.

bb) Orientalische Region.

§ 77. Grenzen. Wir betreten nunmehr den Boden der alten Känogäa, die in der Hauptsache bis zum Pliozän ein einheitliches Lebensgebiet bildete,

[1] Drude, Pflanzengeographie. S. 463.

um erst dann allmählich in zwei Regionen sich zu spalten, nachdem durch die Aufrichtung der jungen Kettengebirge ein gewaltiger Grenzwall aufgerichtet worden war, der den holarktischen Formen besonders das Eindringen in Vorderindien fast unmöglich machte. Die Grenze ergibt sich in Vorderindien durch diese Gebirgseinwallung von selbst, in Hinterindien und Südchina dagegen ist ihre Lage ganz unsicher, sie verwischt sie hier, da sie quer über das Faltengebirgssystem hinweg verläuft. Wir fassen sie daher hier am einfachsten in der Wallaceschen Weise auf. Die südöstliche Grenze ergibt sich aus dem bei Australien gesagten, so dass Celebes, die kleinen Sundainseln und die Ceram-Gruppe der Molukken noch zu der orientalischen Region fallen.

§ 78. **Lebewelt der Region.** Wir haben bis jetzt mehrfache Beziehungen der orientalischen Region kennen gelernt. Im Pliozän haben ihre Organismen nach Afrika und Australien sich ausgebreitet und wir müssen erwarten, dass dafür auch wieder afrikanische und australische Formen nach Indien gelangt sind. In mesozoischer Zeit aber hingen wenigstens Dekhan und Ceylon mit Madagaskar zusammen, damals einen Teil der mesozoischen Paläogäa bildend, während um dieselbe Zeit auch eine Verbindung mit Australien bestanden haben muss, über die die Organismen der Monotremenschicht diesen Kontinent erreichen konnten. Dazu kamen dann noch spärliche Beziehungen zu Südamerika, die aber wohl nur indirekt aufzufassen sind, indem der Verkehr zwischen der orientalischen und der neotropischen Region über das melanesisch-polynesische Gebiet hinweg erfolgte. Über mesozoische **Säugetiere** der Region wissen wir nichts Positives. Doch ist die Annahme sehr nahe liegend, dass wie in Südafrika und auf Madagaskar auch in Indien Allotherien gelebt haben. Wegen der engen Beziehungen zwischen Indien und Madagaskar können wir diese Schicht ebenfalls als Allotherienschicht bezeichnen. Als die Verbindung mit Madagaskar sich löste, blieb Indien jedenfalls lange Zeit völlig isoliert, wenn es auch nicht so weit von den paläarktischen Gebieten getrennt war, dass nicht flugfähige Tiere es hätten erreichen können. Nordische Landtiere scheinen dagegen nicht vor dem Miozän die Region erreicht zu haben, da wir sonst erwarten müssten, dass in ihr ebenso gut selbständige Zweige sich entwickelt hätten, wie in den anderen Regionen. Das ist aber nicht der Fall, vielmehr lassen sich alle Tiere in der pliozänen indischen Fauna auf holarktische Vorgänger zurückführen. Die Siwalikschichten wurden ja zuerst meist ins Miozän gestellt, doch ist man neuerdings davon abgekommen und mit Recht. Allerdings gehören sie der unteren Abteilung der Pliozänformation an. Wir bezeichnen die Fauna nach einer der bezeichnendsten Typen als Sivatherienschicht. In ihr finden wir europäische und nordamerikanische Elemente. Die Orientalische Reginn muss also im Miozän mit beiden Hauptabteilungen der holarktischen Region in Verbindung gestanden haben. Am einfachsten erklärt sich diese Tatsache durch die Annahme, dass an der

Stelle des Beringmeeres, das ja noch jetzt grösstenteils aus Flachsee besteht, eine Landverbindung zwischen Asien und Nordamerika existierte, und dass die nearktischen Typen auf diesem Wege nach Indien gelangten, während die europäischen von der mittelmeerischen Zone gekommen sein dürften, da wir bei Maragha in Persien, am Urmiasee, auf Samos und bei Pikermi fast dieselbe Fauna finden wie von der Insel Perim bis nach Sumatra, den Philippinen und Japan. Natürlich fehlen auch nicht charakteristische Formen, die erst in Indien sich entwickelt haben, wie die Gattungen Troglodytes, Semnopithecus, Macacus, Ursus, Canis, Stegodon, Elephas, Bos, Bison, Bubalus, Leptobos, Camelus, Hippopotamus und Equus, aber von allen diesen lässt die Wurzel sich nachweisen. Sehen wir uns nun die einzelnen in der Siwalikfauna vertretenen Familien etwas näher an. Von den katarhinen Affen sind alle drei Familien vertreten. Sie können natürlich nur aus Europa stammen, wo im oberen Miozän sowohl die Anthropomorphen als auch die Semnopitheciden sich finden. Die Cynopitheciden scheinen sich erst aus den letzteren in Indien entwickelt zu haben und nur eine Gattung von ihnen, Macacus, ist im oberen Pliozän nach Europa gelangt. Ebenso haben sich in Indien jedenfalls alle rezenten Anthropomorphiden entwickelt mit Ausnahme des Gorilla, ja in die Region fällt nach der Ansicht sehr vieler Forscher auch die Entwicklung der Gattung Homo. Dies mag stimmen, soweit die körperliche Differenzierung in Betracht kommt, wenn auch der Pithecanthropus erectus von Java vielleicht dem Hylobates näher steht, aber damit ist schliesslich die eigentliche Menschwerdung noch nicht abgeschlossen. In den tropischen Urwäldern fehlte dem Affenmenschen die Not als Triebfeder, die ihn zwang, das gewohnte Kletterleben und die einfache Fruchtnahrung aufzugeben und durch Intelligenz den Mangel an körperlichen Kräften und an körperlicher Gewandtheit zu ersetzen. In der Jetztzeit sehen wir die höchste Kulturentfaltung in der gemässigten Zone, während die warmen Klimata auf den menschlichen Geist selbst im Körper eines Europäers erschlaffend wirken. Sollten die Wirkungen in den Anfangsstadien der Kultur- und Geistesentwicklung andere gewesen sein? Einen der ersten und wichtigsten Schritte, die der Affenmensch tat, um über das Niveau der bisherigen Lebewelt sich zu erheben, war die Gewinnung des Feuers, nachdem in der Anwendung von einfachsten Werkzeugen die Affen selbst schon seine Vorgänger gewesen waren. In einem kühleren Klima aber hatte er sicher mehr Grund, nach einer künstlichen Wärmequelle zu streben, die ihm dann auch bei der Zubereitung der Nahrung ungeahnte Annehmlichkeiten bereitete. Auch die früher aufgestellten Entwicklungsgesetze, das klimatische Gesetz und das Massenwirkungsgesetz bestimmen uns, die Heimat des eigentlichen Menschen in einem grossen Kontinente der nördlichen gemässigten Zone zu suchen. Es hat sich also in der orientalischen Zone vor oder in dem unteren Pliozän die Entwicklung des Affenmenschen aus dem Menschenaffen vollzogen, während der

Pliozänzeit noch ist er nach Norden gelangt und hier hat er sich auch geistig zum Menschen emporgerungen, um nun rasch einerseits nach Europa, andererseits über Nordamerika nach Südamerika sich auszubreiten, wo er bereits der Pampasformation angehört. Ebenso wird er mit oder nach den Tieren der Antilopidenschicht Afrika erreicht haben. Wo nun die eigentliche Heimat des Menschen zu suchen ist, lässt sich schwer entscheiden. Mir erscheint es am wahrscheinlichsten, dass die im oberen Tertiär stattfindende Hebung des innerasiatischen Hochlandes den Anstoss gegeben hat. Die Siwalikfauna ist ja auch in Tibet, wenn auch nur in spärlichen Resten nachgewiesen worden, so dass dieses Land damals noch nicht so hoch gelegen haben kann als jetzt; auch die faunistischen Beziehungen Hinterindiens sprechen gegen eine so mächtige Schranke gegen das paläarktische Gebiet, als sie jetzt vorhanden ist. Der Affenmensch gelangte in dieses sich langsam erhebende Gebiet und die allmählich sich abkühlende Temperatur, das Abnehmen der Waldungen zwangen ihn entweder wieder auszuwandern, oder wenn der Weg durch die rascher aufgestauten Falten des Himalaya versperrt war, so musste er den neuen Verhältnissen sich anzupassen suchen. Die Not zwang ihn, durch seinen Geist das zu erreichen zu suchen, was der Körper allein nicht vollbracht hätte. Hatte er so die Menschenstufe erreicht, so konnte er eher die hindernden Schranken überschreiten oder leichter einen Durchgang sich bahnen und so mag er bald auch wieder nach Indien zurückgelangt sein und von hier nach Afrika und Australien sich haben ausbreiten können. Damit haben wir nun allerdings schon etwas vorgegriffen, denn diese Rückwanderung hat möglicherweise erst im Diluvium vielleicht infolge der Einwirkung der Eiszeit stattgefunden. Wir kehren nun zu der Sivatherienschicht zurück. Unter den Raubtieren finden wir auch alle Familien bereits vertreten. Neben den echten Feliden erscheinen die Machairodontinen in drei Gattungen, zwei darunter sind spezifisch indisch, die dritte Machairodus ist seit dem Miozän in Europa häufig zu finden, während sie Nordamerika erst später erreicht. Von den Felinen ist Felis auch im Mittelmeergebiet zu finden und Cynaelurus hat nie Nordamerika erreicht. Auch die anderen Familien leiten sich meist von Europa her, so die in Nordamerika fehlenden Viverriden und Hyäniden, welch letztere zuerst in den unterpliozänen Schichten von Siwalik und Pikermi erscheinen und sich im südlichen Teile der damaligen Känogäa aus den Viverriden entwickelt haben. Auch die Musteliden und Ursiden erscheinen in Nordamerika erst im Pliozän, während sie in Europa weiter zurückgehen, die ersten bis zum Oligozän, die zweiten bis zum Miozän. Die Gattung Ursus selbst erscheint in Indien zuerst, wo sie sich vielleicht aus dem mit ihr zugleich vorkommenden Hyaenarctos entwickelt hat. Bei Pikermi fehlt sie dagegen. Unter den Caniden finden wir den europäischen Amphicyon, der eine Zwischenstellung zwischen Caniden und Ursiden einnimmt, sowie die hier neu auftretende Gattung Canis, deren nächste

Verwandte sowohl in Europa wie in Nordamerika im Oligozän und Miozän sich finden. Aus dem oberen Miozän kennen wir aber nur Galecynus in Europa, so dass wir auch für diese Familie den europäischen Ursprung als den wahrscheinlicheren annehmen können. Weiter gehören Rodentier der Sivatherienschicht an. Unter diesen finden wir die afrikanische Gattung Hystrix, die über Europa nach Indien gelangte, da sie im oberen Miozän von Europa sich findet. Die Gattung Lepus dagegen ist ein nordamerikanisches Element, da sie schon aus den untermiozänen John-Day-Beds bekannt ist, während die Familie sogar bis zum Oligozän zurückgeht. Die Muriden besitzen in den Siwalikschichten ihre ältesten Vertreter. Ihre mutmassliche Stammfamilie, die Cricetiden besitzen auch eine europäische Gattung Cricetodon, die die ganze Oligozän- und Miozänzeit lebte, so dass die ausschliesslich altweltlichen Muriden vielleicht doch eine europäische Wurzel besitzen, wenn auch die Cricetiden meist neuweltlich sind. Wichtig ist die Region für die Entwicklung der Proboscidier geworden. Wir finden in den Siwalikschichten alle überhaupt bekannten Gattungen. Dinotherium und Mastodon sind jedenfalls von Europa gekommen, denn wenn auch der letztere bereits im nordamerikanischen Obermiozän sich findet, so lag doch damals sein Hauptentwicklungsgebiet in Europa, und hier müssen wir um so mehr seine Heimat sehen, wenn wir an das früher über die mutmassliche Herkunft der Proboscidier Gesagte uns erinnern. In der orientalischen Region entwickelte sich aus ihm Stegodon, der bis zum Diluvium in ihrem ganzen Gebiete bis China, Japan, Mindanao und bis Java vorkam. Endlich entwickelte sich auch die typische Gattung Elephas hier, um sich später weit auszubreiten. Beide Untergattungen, der jetzt afrikanische Loxodon und der indische Euelephas haben anfangs dasselbe Schicksal gehabt. Die Boviden treten in der Sivatherienschicht zum ersten Male auf. Ihre älteste Form ist Leptobos, der zu den Antilopiden überführt und dem ebenfalls in den Siwalikschichten gefundenen Portax am nächsten steht. Auch die Oviden erscheinen in diesen, die ebenfalls auf die Antilopiden zurückgehen. Diese endlich sind durch zahlreiche jetzt teils indische, teils äthiopische Gattungen vertreten. Ältere Antilopiden finden sich im oberen Miozän von Europa, allerdings nur in der einzigen Gattung Protragoceras. Wir dürfen also auch für die Cavicornier europäischen Ursprung voraussetzen, zumal die Antilopiden auch jetzt in Nordamerika nur durch die zu den Nemorhedinen gehörende monotype Gattung Haploceros vertreten sind. Die Sivatheriden und Giraffiden erscheinen in Indien und im Mittelmeergebiete im unteren Pliozän, die jetzt nur zentralasiatischen Moschiden vielleicht in Indien. Alle drei Familien leiten sich von dem europäisch obermiozänen Cervulinen Palaeomeryx her, der auch in den Siwalikschichten nicht fehlt. Gleiches gilt von den in den Siwalikschichten ebenfalls neu auftretenden Cerviden. Auch die Traguliden gehen auf die europäische Wurzel zurück, die Gattung Dorcatherium findet sich sogar selbst im europäischen

Obermiozän sehr häufig. Dagegen stammen die Cameliden zweifellos aus Nordamerika, von wo die Vorfahren der Gattung Camelus nach Indien gewandert sein müssen. Allerdings können sie nur sehr unwesentlich von Camelus sich unterschieden haben, da die Camelinen sich bis auf zwei diluvial nordamerikanische Gattungen sonst nur in Südamerika sich finden. Vielleicht hat sogar Camelus selbst schon in Nordamerika sich ausgebreitet. Die Hippopotamiden sind eine orientalische Familie, aus den in den Siwalikschichten in fünf Gattungen vertretenen Anthracotheriden entwickelt. Die letzteren sind aber eine fast rein europäische Familie. Unter den Suiden sind die ältesten Glieder, die Achänodontinen, nearktisch, wir müssen deshalb Tetraconodon als nordamerikanisches Element ansehen, dagegen ist Hyotherium aus der Unterfamilie der Hyotherinen aus Europa und gleiches gilt von den vier Suinengattungen der Siwalikschichten, da diese Unterfamilie überhaupt nicht in Nordamerika sich findet. Endlich sind in dem orientalischen Pliozän auch Perissodactylen vertreten. Unter diesen sind die Chalicotheriiden, Rhinoceriden und Tapiriden europäischen Ursprungs. Von den ersten finden wir in Indien nur das auch europäische Chalicotherium. Unter den Rhinoceriden ist die älteste Gattung Aceratherium, die in Europa vom unteren Oligozän bis zum unteren Pliozän vorkommt, in Nordamerika im oberen Oligozän und unteren Miozän vertreten durch die vielleicht identische Gattung Caenopus; sie ist aber trotzdem zweifellos paläarktisch. Die beiden Untergattungen Atelodus und Ceratorhinus treten in Indien zuerst auf. Die letztere leitet Häckel von dem nordamerikanischen Diceratherium ab, das aber auch eine allerdings zweifelhafte untermiozäne europäische Art aufweist. Die Gattung Tapirus endlich ist ursprünglich europäisch, sie kommt übrigens nur in China, nicht in Vorderindien fossil vor. Wir kommen nun zu den Equiden. Diese sind in den jüngeren Siwalikschichten durch drei Gattungen vertreten. Zuerst tritt Equus hier auf, der von dem amerikanischen Pliohippus sich herleitet und also ein nearktisches Element darstellt. Ausserdem fehlt die Gattung in den Pikermi-Schichten. Hier tritt an ihrer Stelle Hipparion auf, das auch in den Siwalikschichten nicht fehlt, und von dem der spezifisch orientalische Hippodactylus sich abgezweigt hat. Auch Hipparion geht auf nearktische Formen zurück, ist aber vielleicht nicht direkt nach Indien gekommen. Immerhin müssen wir es ebenfalls als nordamerikanisches Element ansehen. Damit ist aber die Reihe der Tiere der Sivatherienschicht noch nicht erschöpft. Wir müssen noch eine Anzahl von Familien hinzurechnen, die in den Siwalikschichten keine Reste hinterlassen haben. Zu erwähnen sind zunächst die Ailuriden, unter denen Ailuropus von allen lebenden Raubtieren Hyaenarctos am nächsten verwandt ist, während die fossilen Reste von Ailurus in Europa sehr zweifelhaft sind. Dann müssen wir annehmen, dass auch Insektivoren schon damals die Region erreichten, mindestens die jetzt für sie charakteristischen Tupajiden, die im europäischen Miozän fossile

Verwandte besitzen und nur in diesem. Die Familie ist also jedenfalls um diese Zeit nach Indien gelangt, wo sie entweder bei dem späteren Rückgange der Bewaldung in Vorderindien fast völlig wieder verschwand, oder sie hat Vorderindien überhaupt nie erreicht, da sie auch in Afrika fehlt. Gleiches gilt übrigens auch von den Tapiriden, deren Reste nur aus dem Pliozän von China bekannt sind. Wir können also annehmen, dass die oben genannten Familien den Weg nach Vorderindien noch frei fanden, während die zweiten erst etwas später in die Region kamen, aber auch noch spätestens am Anfange der Pliozänzeit, und nur Hinterindien und die malaiischen Inseln erreichen konnten. Ausser den Tupajiden und Tapiriden gehören hierher wahrscheinlich auch die Erinaceiden, die auch bereits aus dem europäischen Oligozän und Miozän bekannt sind. Der eigentlichen Sivatherienschicht aber sind jedenfalls die Soriciden und die Sciuriden zuzurechnen, beide in Europa seit dem Oligozän bekannt. Wir können kaum annehmen, dass diese Tiere nicht ebensogut Indien hätten erreichen sollen, als die Siwalikfauna, dagegen bildet auch ihr Fehlen keinen Gegenbeweis, da es sich durchweg um kleine Tiere handelt, und wir von der Mikrofauna der Siwalikzeit überhaupt nur sehr wenige Reste überliefert erhalten haben. Ausserdem sind ja auch die beiden letztgenannten Familien in Afrika vertreten. Es bleiben demnach nur sehr wenige Tiergruppen übrig, die noch nicht seit dem Beginne der Pliozänzeit in der orientalischen Region sich befanden. Im Laufe der Pliozänzeit erhielt die Region dann eine neue Bereicherung durch Einwanderung von Australien und Afrika, doch war diese ziemlich spärlich nach dem klimatischen und dem Massenwirkungs-Gesetze, denn während der Pliozänzeit müssen wir ja die Region als einen Teil der Känogäa ansehen, und in den für die Auswanderung nach Afrika in Betracht kommenden Gebieten war sie auch gemässigter als dieses und seine Tiere stammten aus kühleren Ländern. Wir bekommen dadurch eine zweite Schicht, die zeitlich allerdings sich nicht weit von der Sivatherienschicht entfernt. Fällt die Einwanderung derselben um die Wende der Miozän- und der Pliozänzeit, so müssen wir die jüngste Schicht in die Mitte des Pliozän und den Anfang des Diluvium setzen, wenigstens was die Landtiere anlangt. Wir bezeichnen sie als Tigerschicht, da dieses jetzt für Indien so wichtige Raubtier ein verhältnismässig junger Bewohner der Region ist, da er auf Ceylon fehlt[1]). Er ist vielleicht erst in Diluvium nach Indien gelangt. Konnten wir in der Sivatherienschicht zwei Abteilungen unterscheiden, eine europäische, die Pithecidenabteilung, und eine nordamerikanische, die Camelidenabteilung, so haben wir in der Tigerschicht deren drei. Die erste, die Phalangistidenabteilung ist australischen Ursprungs. Ihr gehört nur die Gattung Phalanger an, die Celebes erreicht hat. In dieser Richtung war ja auch die Ausstrahlung orientalischer Typen am geringsten. Die afrikanische

[1]) Lydekker, G. H. M. D. A. S. 370.

nennen wir Manidenabteilung. Ihr gehören einmal die Maniden selbst an, die seit dem Diluvium in Indien bekannt sind und dann die orientalischen Lemuren. Zu den letzteren sind vielleicht auch die Galeopitheciden zu rechnen, die man vielfach zu den Insektivoren zählt. Im letzteren Falle würden sie mit den Tupajiden zusammenzustellen sein. Dass die Lemuren aus Vorderindien fast gänzlich verschwunden sind, erklärt sich aus dem mehrfach erwähnten Rückgange der Bewaldung. Endlich sind auch paläarktische Formen um diese Zeit ins Land gekommen. Wir bezeichnen sie als Talpidenabteilung. Die Talpiden selbst haben nur so lokal an der Grenze der orientalischen Region sich ausgebreitet, dass wir sie als späte Einwanderer ansehen müssen, zumal sie nur in Hinterindien dem Zuge der Gebirge folgend vorgedrungen sind. Neben ihnen sind jedenfalls auch die Arvicoliden zu nennen, von denen wir auch in der paläarktischen Region erst seit dem Pliozän Reste kennen und die nur den Abhang des Himalaya erreicht haben. Auch die Spalaciden gehören hierher, die nur hinterindisch sind und die Strasse am Singapore nicht überschritten, wenn sie sie auch erreichten. Endlich sind von den früher eingewanderten Familien sicherlich viele Gattungen nachträglich ins Land gekommen, doch würde deren Betrachtung im einzelnen uns hier zu weit führen. Wir müssen nun noch einen Blick auf die anderen Säugetierordnungen werfen, die anderen Verbreitungsbedingungen unterworfen waren. An erster Stelle stehen die Chiropteren, die erst seit dem Diluvium in Indien fossil bekannt sind. Trotzdem sind sie zweifellos früher nach der Region gekommen. Die ältesten fossilen Chiropteren, die wir kennen, stammen aus dem oberen Eozän Nordamerikas. Doch sind dies schon ziemlich differenzierte Gattungen, so dass wir annehmen können, dass sie schon früher sich in Nordamerika von den Insektivoren abgezweigt haben. Von hier sind die Vespertilioniden nach Südamerika gelangt und haben sich über die Paläogäa ausgebreitet, und mit ihnen der Seitenzweig der Noctilioniden. Über Afrika und Madagaskar und die Restinseln der alten Landbrücke konnten beide Familien schon im Alttertiär nach Indien gelangen. Die Vespertilioniden sind seit dem Oligozän auch in Europa bekannt, es können demnach von hier aus ebenfalls Glieder dieser Familie nach dem noch isolierten Indien gelangt sein und mit ihnen die ebenso alten Rhinolophiden. Die Pteropiden haben jedenfalls ihre Heimat in der orientalischen Region und haben sich vielleicht in ihr schon entwickelt, ehe sie für die holarktischen Landtiere zugänglich wurde. Aus dem Gesagten ergibt sich, dass wir die Chiropteren den für die Landtiere aufgestellten Schichten nicht einordnen können. Sie bilden vielmehr eine besondere, die wir zwischen die Allotherienschicht und die Sivatherienschicht einschieben müssen. Wir wollen sie die Pteropidenschicht nennen. Die von Europa stammenden Familien fassen wir als Rhinolophiden-, die über Madagaskar eingewanderten als Noctilionidenabteilung zusammen. Ihre Einwanderung wird etwa in die Oligozänzeit

fallen. Von Sirenen finden sich an den Küsten der Region nur die Halicoriden, die auch etwa im Oligozän von Europa hierher gekommen sein mögen, wie wir bei Afrika gezeigt haben. Jedenfalls nicht später ist auch die Einwanderung der Cetaceen anzusetzen, unter denen die Platanistide Platanista und von den Delphiniden Orcaella in die vorderindischen Flüsse eingedrungen sind. Wir erhalten also die folgende Zusammenstellung, in der ausser den früher angewandten Zeichen ein Kreis ○ neu hinzukommt, der die Formen bezeichnet, deren Ursprung wir in den Siwalikschichten suchen müssen.

Allotherienschicht:	**Pteropidenschicht:**	**Sivatherienschicht:**	**Tigerschicht:**
	a) Rhinolophidenabteilung. b) Noctilionidenabteilung = M.	a) Pithecidenabteilung. b) Camelidenabteilung = N.	a) Talpidenabteilung. b) Manidenabteilung = Ae. c) Phalangistenabteilung = Au.
		Primates:	
		○Bimana.	Lemuridae Ae.
		Anthropomorphidae.	Nycticebinae.
		Semnopithecidae.	*Tarsiidae Ae.
		○Cynopithecidae.	*Galeopithecidae Ae.
		Fissipedia:	
		†Machairodinae.	Felis tigris.
		Felidae.	
		○Hyaenidae.	
		Viverridae.	
		Mustelidae.	
		○Ailuridae.	
		Ursidae.	
		○Ursus.	
		Canidae.	
		Amphicyon.	
		○Canis (N?).	
	Chiroptera:	Insectivora:	
	Noctilionidae M.	Erinaceidae.	Talpidae.
	Vespertilionidae (M).	Soricidae.	
	Rhinolophidae.	*Tupajidae.	
	○Pteropidae.		
		Rodentia:	
		Leporidae N.	Spalacidae.
		Hystricidae.	Arvicolidae.
		Muridae (N?).	
		Sciuridae.	
	Sirenia.	Ungulata.	
	Halicoridae.	†Dinotheriidae.	
		Elephantidae.	
		†Mastodon.	

Allotherienschicht:	Pteropidenschicht:	Sivatherienschicht:	Tigerschicht:
	Cetacea.	O*†Stegodon.	
	Balaenopteridae.	OElephas.	
	—	—	
	Platanistidae.	OBovidae.	
	Delphinidae.	OOvidae.	
		Antilopidae.	
		O†Sivatheriidae } (zugl. Pikermi).	
		O†Giraffidae	
		Cervidae.	
		Cervulidae.	
		O†Moschidae.	
		Tragulidae.	
		Camelidae N.	
		OCamelus N.	
		O†Hippopotamidae.	
		Suinae.	
		†Hyotherinae.	
		†Achaenodontinae N.	
		†Anthracotheriidae.	
		—	
		Chalicotheriidae.	
		Rhinoceridae.	
		†Aceratherium.	Edentata.
		O†Ceratorhinus N.	Manidae Ae.
		O†Atelodus (jetzt Afrika).	
		Tapiridae (nur im Osten).	
(†Allotheria.)		Equidae N.	Marsupialia.
		†Hipparion (N?).	Phalangistidae Au.
		O†Hippodactylus.	
		?OEquus N.	

Wir bekommen hier also eine ganz andere Zusammenstellung als bei den bisher besprochenen Regionen, indem die holarktischen Familien einen viel grösseren Raum einnehmen. Nur acht Familien von den Landtieren gehen auf eine paläogäische Wurzel zurück, die Halbaffen, Hystriciden, Proboscidier, Edentaten und Marsupialier. Dies ergibt 80% nordische Familien, während selbst die äthiopische Region nur 67% aufzuweisen hatte. Immerhin ist die Kluft zwischen beiden Regionen kleiner als die zwischen der äthiopischen und der madagassischen Region, da die erste 13%, die zweite 25% beträgt. Auch dies spricht für die Zusammenfassung beider zu einem Reiche.

§ 79. Unter den **Vögeln** können wir eine genaue zeitliche Bestimmung der Einwanderung kaum treffen. Was die holarktischen Formen anlangt, so fliessen bei ihnen die beiden jüngsten Schichten in eine zusammen, die australischen und äthiopischen Formen aber haben während einer viel längeren Zeit als die Säugetiere einwandern können.

Endlich haben viele Vögelfamilien sicherlich schon vor dem Miozän Indien erreicht, ähnlich den Chiropteren. In der Hauptsache werden wir uns also begnügen müssen, das Heimatsland der indischen Familien festzustellen. Höchstens das geologische Alter oder die systematische Stellung der Familie gestattet uns einen Schluss auf ihre etwaige frühere Einwanderung. Im allgemeinen werden wir aber die holarktischen Familien der Sivatherienschicht, die paläogäischen der Tigerschicht zurechnen. Unter den Sperlingsvögeln sehen wir als australische Einwanderer an die Pachycephaliden, Dicäiden, Pittiden und Eurylämiden. Letztere fehlen allerdings in Australien, doch müssen wir wegen ihrer neotropischen Beziehungen annehmen, dass sie über das ozeanische Gebiet nach Indien gelangt sind. Die beiden mittleren Familien haben sich über die ganze Region ausgebreitet, und da diese Einwanderung bereits im Miozän beginnen musste, sobald die malaiischen Inseln begonnen hatten, eine Brücke nach dem Papuagebiete zu bilden, also lange bevor Landtiere herübergelangen konnten, so konnten sie auch die äthiopische Region erreichen, während die Eurylämiden sowohl in Vorderindien als auch in Afrika fehlen. Vielleicht fällt ihre Einwanderung in eine spätere Zeit, so dass die bequeme Verbindung mit der äthiopischen Tropenregion wieder abgeschnitten war, indem Vorderindien seinen dichten Waldwuchs schon eingebüsst hatte, also etwa an das Ende der Pliozänzeit. Die Pachycephaliden sind dagegen früher sicher in Vorderindien gewesen. Afrikanische Typen sehen wir in den Indicatoriden und Megalämiden der Spechtgruppe. Die ersten zeigen die schon mehrfach erwähnte Tatsache des Fehlens äthiopisch-orientalischer Formen in Vorderindien. Beide Familien gehören nicht dem ältesten Horizont der Manidenabteilung an, da sie nicht in die australische Region übergegangen sind. Von den übrigen Familien sind zwei, die Liotrichiden und Phyllornithiden, endemisch. Wir sehen sie als paläarktische Formen an, da sie zu der Turdus-Gruppe gehören, bei der wir uns nur im Falle der Pachycephaliden veranlasst sahen, paläogäischen Ursprung anzunehmen. Noch deutlicher weisen die anderen Familien auf holarktischen Ursprung. Die meisten von ihnen sind gleichzeitig äthiopisch, gehören also mindestens der Sivatherienschicht an. Das Fehlen in Afrika muss nicht eine Folge der späteren Einwanderung der Familie in die orientalische Region sein, immerhin ist es ein Grund dafür. So scheinen die in der Region nur wenig vertretenen Fringilliden erst mit der Tigerschicht in sie gekommen zu sein, da sie keine orientalisch-äthiopischen Beziehungen besitzen und auch die australische Region nicht erreicht haben. Die Panuriden haben nur das Himalayagebiet und Südchina erreicht, die Cincliden fehlen in Afrika wie in Australien, die Certhiiden in Afrika. Die letzte Familie fehlt ausserdem auf Ceylon. Auch die Sittiden sind in Afrika nicht zu finden, doch da sie auf Madagaskar eine, in der australischen Region drei endemische Gattungen besitzen, darunter zwei auf Neuseeland, müssen wir diese Familie im Gegensatz zu den vorhergenannten der

Sivatherienschicht zuweisen, ebenso wie die anderen Familien, unter denen die Sylviiden und Alaudiden ein genügend hohes Alter besitzen, um eventuell der Pteropidenschicht angehören zu können. Eine Sonderstellung nehmen die Hirundiniden ein. Diese ursprünglich paläogäische Familie gelangte zuerst auf dem Umwege über Europa mit den Sivatherien in die Region, ein zweites Mal dann mit den Maniden. Eine ganze Anzahl von Familien mögen in der orientalischen Region sich erst entwickelt haben, so ausser den schon genannten endemischen die Timaliden, Pycnonotiden, Orioliden, Campephagiden, Dicruriden, Nectariniden, Meliphagiden, Ploceiden und Artamiden. Unter den Sitzfüssern sind die Alcediniden der Pteropidenschicht zuzurechnen. Sie kamen wahrscheinlich im Oligozän in die damals noch isolierte Region, und hier können sich aus ihnen die Meropiden entwickelt haben, wenn diese nicht ebenso gut der paläarktischen Region entstammen wie die Bucerotiden, die in dem europäischen Miozän einen fossilen Vertreter besitzen. Jedenfalls sind aber alle bis zum Pliozän nach Indien gekommen. Unter den Rakenvögeln rechnen wir die Strigiden zur Pteropidenschicht. Die Coraciden kamen zum Teil vielleicht schon mit den Sivatherien, zum grösseren wahrscheinlich erst mit den Maniden ins Land. Letzteres gilt besonders von der Gattung Eurystomus. Der letzteren Abteilung müssen wir auch die Caprimulgiden zurechnen, von denen in der Region die Podargiden sich abzweigten. Beide Familien drangen dann auch in die australische Region ein. Unter den Kuckucksvögeln sind von den Cuculiden die ersten Vertreter vermutlich mit den Sivatherien ins Land gekommen. Die meisten Gattungen aber gehören der Tigerschicht an. Zum Teil kamen sie aus Afrika, zum Teil aus Australien. Zu den letzteren gehört auch der endemische Carpococcyx von Borneo und Sumatra, der mit dem neotropischen Neomorphus nächstverwandt ist. Die Trogoniden gehören dagegen ausschliesslich der Manidenabteilung an. Die Papageien sind nur durch die Paläornithiden in der ganzen Region vertreten, die der Phalangistidenabteilung angehören, aber schon früh nach Indien gekommen sein müssen, da sie auch in der madagassischen und in der äthiopischen Region nicht fehlen. Die anderen Familien erreichen dagegen nur das Grenzgebiet gegen die australische Region. Die Taubenvögel verteilen sich dagegen auf die beiden jüngsten Schichten. Die Pterocliden und Columbiden sind zum erstenmale jedenfalls über Europa mit den Sivatherien in die Region gekommen, unter den letzteren die Gattung Columba. Der Manidenabteilung gehören dagegen jedenfalls Treron und Turtur an, während Ptilopus, Geopelia und Macropygia australischen Ursprungs sind. Unter den Hühnervögeln gehören die Megapodiiden zur Phalangistidenabteilung, die anderen Familien dagegen zur Sivatherienschicht. Die Tetraoniden könnten ihrem Alter nach zwar der Pteropidenschicht angehören, doch da die Familie wenig geeignet zu transozeanischer Ausbreitung ist, so wird sie wohl auch nicht vor dem Miozän Indien er-

reicht haben. Unter den Phasianiden besitzen auch die jetzt in der Region endemischen Gattungen im europäischen Pliozän wie bei Pikermi fossile Vertreter. Unter den Kranichvögeln können wir Ralliden und Gruiden als alte Bewohner der Region ansehen, die mit den Pteropiden ins Land kamen, die letzteren sicher, die ersteren wahrscheinlich von dem paläarktischen Gebiete. Die Gattung Grus selbst ist aber jedenfalls erst mit der Tigerschicht nach Indien gelangt, da sie in Afrika fehlt, ebenso einige paläogäische Ralliden wie Porphyrio und vielleicht Eulabeornis. Auch die Heliornithiden gehören dieser an und zwar der Manidenabteilung. Sie sind wie so viele andere afrikanische Formen nur in dem malaiischen Gebiete und zwar auf Borneo zu finden. Die Turniciden aber sind jedenfalls mit den Sivatherien über Europa nach Indien gelangt. Unter den Regenpfeifervögeln sehen wir die ältesten Bewohner der Region in den Scolopaciden, Charadriiden und Lariden. Doch finden sich unter diesen auch jüngere Formen. Der Talpidenabteilung gehören vermutlich die Scolopaciden Eurinorhynchus und Scolopax an, die in Afrika und Australien fehlen. Dazu kommen noch verschiedene paläogäische Gattungen, wie die Charadriiden Oedicnemus, Hoplopterus und Eudromia und die Lariden Anous und Hydrochelidon, die ebensogut von Afrika als von Australien gekommen sein können. Die Laride Rhynchops und die Scolopacide Rhynchaea dagegen müssen wir sicher der Manidenabteilung zurechnen. Gleiches gilt von den Parriden, die bis zum australischen Festlande sich ausgebreitet haben. Die Glareoliden sind über Europa bereits mit den Sivatherien nach Indien gelangt und mit ihnen die Otiden wenigstens zum Teil. Die Sturmvögel sind wieder wenigstens vom oligozänen Alter anzusehen. Unter den Stossvögeln müssen wir in den Accipitriden ebenso alte Bewohner der Region erwarten. Merkwürdigerweise besitzen sie aber trotzdem keine endemischen Gattungen. Rein holarktische Familien sind die Falconiden und Pandioniden, die der Sivatherienschicht zugehören dürften, zumal die ersten aus dem Miozän von Frankreich bekannt sind. Mit ihnen erreichten auch über Europa die Vulturiden die Region, von denen aber Pseudogyps erst an die Maniden sich anschloss. Zweifelhaft ist die Stellung der Aquiliden, deren erste Einwanderung wir auch als gleichzeitig mit den Sivatherien erfolgend ansehen müssen, mögen sie nun im Alttertiär bereits holarktisch gewesen sein oder erst im Miozän Europa erreicht haben. Die jüngste Raubvogelfamilie müssen wir in den Buteoniden suchen, da diese nicht einmal den malaiischen Archipel erreicht haben. In Betracht kommt nur die Gattung Buteo, die vermutlich mit den Maniden nach Indien gekommen ist und gleichzeitig in der ganzen holarktischen Region sich ausbreitete, wo sie seit dem Diluvium nachgewiesen ist. Von Nordamerika erreichte sie auch Südamerika, wo sie ebenfalls der diluvialen Höhlenfauna angehört. Unter den Steganopoden vermuten wir die Zugehörigkeit der Suliden und Pelecaniden zur Pteropodenschicht. Die letzteren sind auch in den Si-

walikschichten durch Pelecanus selbst vertreten, der hierher mit den Sivatherien von Europa gekommen sein dürfte, wo er im Miozän sich findet. In den Siwalikschichten finden wir auch Reste von Phaëthon. Dies beweist aber noch nicht den nordischen Ursprung der Phaëthontiden. Vielmehr sind zwei Fälle möglich. Entweder sind sie auf demselben Wege nach Indien gekommen wie Pelecanus, oder sie sind, wie andere Familien auch, schon im Miozän von Australien her nach Indien gelangt. Letzteres scheint mir der wahrscheinlichere Fall zu sein. Der gleichen Abteilung gehören vielleicht auch die Plotiden an, doch können diese auch von Afrika gekommen sein. Die Phalacrocoraciden aber müssen wir mindestens der Sivatherienschicht zuzählen. Unter den Pelargoherodiern gehören die Plataleiden zum Teil bereits der Pteropidenschicht an, die Ardeiden und Ciconiiden sind zuerst mit den Sivatherien in die Region gelangt, von den letzteren freilich nur die Gattung Ciconia selbst, die im europäischen Miozän wie im Pliozän von Pikermi und Siwalik vertreten ist, dagegen sind die anderen vier Gattungen der Manidenabteilung zuzurechnen. Nur der fossile Argala aus den unteren Siwalikschichten, der mit Leptoptilus allerdings vielleicht identisch ist, in welchem Falle für diese Gattung dasselbe gelten würde, gehört noch der Sivatherienschicht an. Die Phönicopteriden endlich gehören der gleichen Schicht an, da die südliche Gattung Phoenicopterus im miozänen Süsswasserkalk von Frankreich sich findet. Unter den T a u c h e r - v ö g e l n gehören dieser Schicht die Podicipitiden an, deren Verwandte ebenfalls seit dem Miozän in Europa bekannt sind. Die G ä n s e v ö g e l werden durch die Anatiden vertreten, die sicherlich zum Teil der Pteropidenschicht angehören, da die Familie bis zur Kreide zurückgeht. Doch werden auch später noch neue holarktische Formen in die Region gelangt sein. Unter ihnen sei an dieser Stelle vorgreifend die Schmuckente Lampronessa = Aix erwähnt, die eine Art im gemässigten Nordamerika und die zweite in Ostasien besitzt, ohne allerdings die orientalische Region zu erreichen. Wir haben hier wieder ein Beispiel der nearktischen Beziehungen, von denen wir bei der Besprechung der Vögel nichts erwähnt haben, wenn sie auch nicht völlig fehlen. Zur Manidenabteilung gehören die paläogäischen Sarkidiornis, Nettapus und Dendrocygna. Die R a t i t e n fehlen jetzt der orientalischen Region gänzlich, bis auf den auf Ceram sich findenden Casuar. Dagegen war die Gattung Struthio in der Siwalikfauna vertreten. Wir rechnen sie zu der Sivatherienschicht und haben schon früher gezeigt, dass diese äthiopische Form auf demselben Wege nach Indien gelangt ist wie die Hirundiniden, Coraciden, Glareoliden, Ciconiiden und andere paläogäische Familien. Bemerkenswert ist noch Dromaeus Sivalensis, der der Phalangistidenabteilung angehören könnte. Auffällig ist seine Verbreitung, weil er die trennenden Meeresstrassen als Laufvogel überschritten haben muss. Immerhin ist diese Annahme nicht zu umgehen, man müsste sie erst recht machen, wenn die Vögel im Norden sich entwickelt hätten und von

hier nach Australien gewandert wären. Wir stellen nun wie gewöhnlich die in der orientalischen Region vorkommenden Familien übersichtlich zusammen, es muss aber bei der Betrachtung dieser Zusammenstellung berücksichtigt werden, was am Anfange dieses Abschnittes über die Unsicherheit von Zeitbestimmungen bei der Gruppierung der Vögel gesagt worden ist. Mit (Ae.) sind äthiopische Formen bezeichnet, die über Europa Indien erreichten.

Pteropodenschicht:	**Sivatherienschicht:**	**Tigerschicht:**
Sylviidae.	Picopasseriformes.	Panuridae.
—	Turdidae.	Cinclidae.
Alaudidae.	○Timaliidae.	Certhiidae.
—	Troglodytidae.	Pachycephalidae Au.
	Sittidae.	—
	Paridae.	Dicaeidae Au.
	○*Liotrichidae.	Fringillidae.
	○*Phyllornithidae.	—
	○Pycnonotidae.	*Eurylaemidae Au.
	○Oriolidae.	Pittidae Au.
	○Campephagidae.	—
	○Dicruridae.	Indicatoridae Ae.
	Muscicapidae.	Megalaemidae Ae.
	Laniidae.	
	Corvidae.	
	○Nectarinidae.	
	○Meliphagidae (nur von Bali an).	
	—	
	Hirundinidae (Ae.).	
	—	
	○Ploceidae.	
	Sturnidae.	
	○Artamidae.	
	Motacillidae.	
	—	
	Picidae.	
	Yungidae.	
	Cypselidae.	
	Halyciformes:	
Alcedinidae.	○?Meropidae.	
	Bucerotidae.	
	Upupidae.	
	Coraciiformes.	
Strigidae.	Coracidae (Ae.).	○Podargidae Ae.
	?Coracias.	Caprimulgidae Ae.
		(Coracidae Ae.)
		Eurystomus.
	Coccygiformes:	
	Cuculidae (Ae.).	(Cuculidae Ae. Au.)
	Cuculus.	Centropus Ae.

Pteropodenschicht:	**Sivatherienschicht:**	**Tigerschicht:**
	Coccystes.	Chrysococcyx Ae.
		*Carpococcyx Au.
		Trogonidae Ae.
		Psittaciformes.
		Cacatuidae Au. (bis Celebes u. Lombok.).
		Platycercidae Au. (b. Mol. u. Timor).
		Palaeornithidae Au.
		Trichoglossidae Au. (b. Cel. u. Lomb.).
	Columbiformes:	
	Columbidae (Ae.).	(Columbidae Ae. Au.)
	Columba.	Treron Ae.
	Pteroclidae (Ae.).	Turtur Ae.
		Geopelia Au.
		Ptilopus Au.
		Macropygia Au.
	Galliformes:	
	Tetraonidae.	Megapodidae Au.
	Phasianidae.	
	Pavoninae.	
	Lophophorinae.	
	Phasianinae.	
	Euplocaminae.	
	*Gallinae.	
	Gruiformes.	
Rallidae.	Turnicidae (Ae.).	(Rallidae Ae. Au.)
Gruidae.		Porphyrio.
Anthropoides.		?Eulabeornis Ae.
		Heliornithidae Ae.
		(Gruidae.)
		Grus.
	Charadriiformes.	
Scolopacidae.	Glareolidae (Ae.).	(Scolopacidae.)
Numenius usw.	Otididae (Ae.).	Rhynchaea Ae.
Charadriidae.		Scolopax.
Charadrius usw.		Eurinorhynchus.
Laridae.		Parridae Ae.
		(Charadriidae.)
		Oedicnemus Ae. Au.
		Hoplopterus Ae. Au.
		Eudromia Ae. Au.
		(Laridae.)
		Hydrochelidon Ae. Au.
		Anous Ae. Au.
		Rhynchops Ae.
Tubinares.		
Procellaridae.		

Pteropodenschicht:	**Sivatherienschicht:**	**Tigerschicht:**
	Ciconiiformes.	
Accipitridae.	Vulturidae (Ae.).	(Vulturidae.)
	Aquilidae (Ae?).	Pseudogyps Ae.
	Falconidae.	Buteonidae Ae.
	Pandionidae.	(Aquilidae.)
		Spizaëtus Ae.
		Machaerhamphus Ae.
		Lophotriorchis Au.
—	—	—
Sulidae.	Phalacrocoracidae.	Plotidae Au.
Pelecanidae.	(Pelecanidae.)	Phaëthontidae Au.
	Pelecanus (Ae.).	
—	—	—
Plataleidae.	Ardeïdae.	(Ciconiidae.)
	Ciconiidae (Ae.).	Mycteria Ae.
	Ciconia.	Leptoptilus Ae.
	Argala.	Tantalus Ae.
	—	Anastomus Ae.
	Phoenicopteridae (Ae.).	
	Podicipitiformes.	
	Podicipidae.	
	Anseriformes.	
Anatidae.		(Anatidae.)
		Sarkidiornis.
		Nettapus.
		Dendrocygna.
	Struthiornithes.	Hippalectryornithes.
	†Struthionidae (Ae.).	Casuaridae Au.
		†Dromaeidae Au.

Auch in seiner Vogelwelt zeigt die orientalische Region einen höheren Prozentsatz an nordischen Familien als die bisher besprochenen Regionen. Wenn wir die über Europa nach Indien gekommenen äthiopischen Familien als paläogäische in Rechnung setzen, so ergeben sich 62% känogäischer Familien, ein Resultat, das die Folgerung rechtfertigt, die wir aus dem bei der äthiopischen Region angestellten Vergleiche gezogen haben, dass für die Paläogäa die orientalische Region als das Hauptverbreitungszentrum von nordischen Familien anzusehen ist. Die paläogäischen Familien der Region entstammen meist (24%) der äthiopischen Region, 14% dagegen der australischen. Fassen wir aber nur die Familien ins Auge, die direkt aus den Südkontinenten neu in Indien einwanderten, so erhalten wir nur 9% für Afrika. Während der Miozän- und Pliozänzeit strömten also der orientalischen Region über die sundanesische Brücke mehr neue Familien zu, als über die Sokotrabrücke, wie ja auch umgekehrt die Region an Australien mehr Formen abgab, als an Afrika.

§ **80.** Aus der Klasse der **Reptilien** sind mesozoische Vertreter die Dinosaurier und zwar die Theropoden. In den Panchetschichten

(Trias) finden sich Zanclodontiden, in der oberen Kreide Megalosauriden. In der mittleren Kreide begegnen uns auch Sauropoden in der Gattung Titanosaurus, die wir schon in Südamerika antrafen. Auch von den Krokodilen haben wir in den Parasuchiern Tiere, die der Allotherienschicht zuzurechnen sind. Dagegen sind die modernen drei Krokodilfamilien der orientalischen Region erst mit den Sivatherien nach Indien gekommen. In Europa findet sich Crocodilus bis zum Pliozän, Gavialis im Eozän von England, Tomistoma im Miozän von Malta und Sardinien, und die ihnen vorausgehenden Gattungen sind ebenfalls holarktisch. Die ersten zwei Gattungen sind auch in den Siwalikschichten vertreten, wo als dritte Gattung der zum Teil riesige Dimensionen erreichende Rhamphosuchus hinzutrat. Die Rhynchosuchiden fehlen dagegen in den Siwalikschichten, sie gehören vielleicht zu den Tieren, die unter Vermeidung von Vorderindien nach Hinterindien und weiter gelangten. Später kann aber auch das Eindringen dieser Familie nicht stattgefunden haben, da Tomistoma ausser auf Borneo auch in Nordaustralien sich findet. Unter den Schlangen finden wir ebenfalls Familien, die wir als holarktisch ansehen müssen. Die Viperiden finden sich im Miozän von Oeningen und Sansans, die Crotaliden im Miozän von Saloniki und Colorado, von den Eryciden sind drei Gattungen aus Colorado, eine von Sansans bekannt, und Python schliesst sich an Heteropython von Euboea an. In den Crotaliden und Eryciden haben wir also vielleicht nordamerikanische Elemente zu sehen. Die ersteren sind aber jedenfalls nicht sehr zeitig in die Region gekommen, da sie in Afrika fehlen. Trotzdem können wir sie noch der Sivatherienschicht zurechnen. Hierher müssen wir auch die jetzt amerikanisch-orientalischen Tortriciden zählen, da diese eine ausgeprägte Gattung Scytalophis den unteroligozänen Phosphoriten des Quercy zugehört. Die andern nicht endemischen Familien sind teils äthiopischen, teils australischen Ursprungs. Die im europäischen Miozän vertretenen Colubriden mögen ebenfalls mit den Sivatherien Indien erreicht haben, ebenso zum Teil die Elapiden und Homalopsiden (Cantoria). Die andern aber sind erst im Pliozän in die Region gelangt. Bemerkenswert ist bei den Schlangen der Phalangistidenabteilung die grosse Anzahl von Familien, die orientalisch-neotropische Beziehungen besitzen: die Calamariiden, Oligodontiden, Amblycephaliden, Scytaliden. Schwierig unterzubringen sind die drei kleinen endemischen Familien der Region. Am besten stellen wir sie zu der Sivatherienschicht, indem die Xenopeltiden und Uropeltiden an die Tortriciden, die Acrochordiden an die Eryciden sich anschliessen. Unter den Eidechsen sind nach dem bei den andern Regionen Gesagten die Scinciden und die Gymnophthalmiden der Allotherienschicht zuzurechnen. Die letzteren sind allerdings wieder vollständig aus der Region verschwunden. Die Scinciden zeigen auch in ihrer Schuppenbedeckung noch sehr altertümliche Merkmale. Die Geckotiden sind dafür durch ihre amphicölen Wirbel den Ureidechsen näher stehend

geblieben. Diese paläogäische Familie scheint mit der Sivatherienschicht Indien erreicht zu haben. Mit ihr kamen die holarktischen Varaniden, Lacertiden, Ophisauriden und Agamiden. Alle vier Familien sind aus dem europäischen Alttertiär bezw. Miozän fossil bekannt, Varanus auch von Siwalik. Dazu kommen mittelmeerisch-indische Beziehungen bei dem Varaniden Psammosaurus, den Lacertiden Ophiops und Messalina, dem Ophisauriden Pseudopus, den Agamiden Uromastix und Stellio, die alle die paläarktische Herkunft dieser Familien wahrscheinlich machen. Endlich hat die orientalische Region im Pliozän noch direkt von Afrika her eine Bereicherung durch die Acontiaden und Chamäleontiden erhalten. Die ersten weisen jetzt nur sehr isolierte Vorkommnisse in der Region auf, die sich zum Teil mit denen der Chamäleontiden decken, indem sie auf Ceylon und Ternate sich finden, die letzteren auf Ceylon und in Südindien. Rhynchocephalen sind nicht aus Indien bekannt, doch haben zweifellos in mesozoischer Zeit auch hier solche gelebt. Dagegen hat man von den Theromorphen den Anomodontier Dicynodon in den Panchetschichten gefunden. Wahrscheinlich waren aber auch andere Unterordnungen vertreten, die wir in Südafrika fanden, da zwischen diesem Land und Indien damals eine Verbindung bereits existiert zu haben scheint. Von den Schildkröten müssen die Chelydiden Indien mindestens mit den Pteropiden erreicht haben, wahrscheinlich schon früher, da die Gattung Podocnemis ausser im Eozän von Europa auch in den gleichaltrigen Schichten der Salt Range sich finden. Sie stehen also zwischen der Allotherien- und der Pteropidenschicht. Gleichaltrig mit ihnen sind vielleicht auch die Cheloniden, wenn wir auch von ihnen keine fossilen Reste aus dem Alttertiär der orientalischen Region kennen. Noch vor ihnen müssen nach dem bei Afrika Gesagten die Dermochelydiden in den indischen Gewässern gewesen sein. Einwanderer der Sivatherienschicht aber sind jedenfalls die Chersiden und Emydiden, beide in den Siwalikschichten reich vertreten, zum Teil durch Riesenformen wie Colossochelys und Cautleya. Vorher sind beide Familien in Europa zum Teil auch in Nordamerika häufig zu finden. Gleiches gilt von den Trionychiden. Von den Sauropterygiern findet sich Thaumatosaurus im indischen Jura, von den Ichthyosauriern Ichthyosaurus in der Kreide von Trichinopolis und von Ceram. Wir bekommen also folgende Reptilienfamilien:

Allotherien-schicht:	**Pteropiden-schicht:**	**Sivatherien-schicht:**	**Tigerschicht:**
††Dinosauria.			
(††Stegosauria.)			
††Megalosauridae.			
††Zanclodontidae.			
††Titanosaurus.			

Allotherien-schicht:	Pteropiden-schicht:	Sivatherien-schicht:	Tigerschicht:
	Crocodilia:		
††Thecodontidae.		Crocodilidae.	
		Gavialidae.	
		Rhynchosuchidae.	
		Ophidia:	
		Tortricidae.	Typhlopidae Ae.
		*Xenopeltidae.	Calamariidae Au.
		*Uropeltidae.	Oligodontidae Au.
		Colubridae (Ae.).	(Colubridae.)
		Homalopsidae (Ae.).	Herpetodryas Ae.
		Pythonidae (Ae.).	(Homalopsidae Au. Ae.)
		Erycidae N.?	
		*Acrochordidae.	Psammophidae Ae.
		Elapidae (Ae.).	Dendrophidae Ae.
		Naja.	Dryiophidae Ae.
		Crotalidae N.?	Dipsadidae Ae.
		Viperidae.	Scytalidae Au.
			Lycodontidae Ae.
			Amblycephalidae Au.
			(Elapidae Au.)
			Hydrophidae Au.
	Lacertilia:		
(†Gymnophthalmidae.)		Varanidae.	Chamaeleontidae Ae.
		Lacertidae.	Acontiadae Ae.
Scincidae.		Ophisauridae.	(Geckotidae.)
		Geckotidae (Ae.).	Peropus Ae.
		Agamidae.	
(††Rhynchocephalia).			
(††Proterosauridae.)			
(†Sphenodontidae.)			
††Theromorpha.			
(††Cynodontidae.)			
††Dicynodontidae.			
(††Oudenodontidae.)			
	Testudinata:		
(†Dermochelydidae.)	Chelydidae (vor Eozän).	Chersidae.	
		Emydidae.	
	Chelonidae (v. Eozän).	Trionychidae.	
		?*Platysternidae.	
††Sauropterygia.			
††Plesiosauridae.			
††Ichthyosauria.			
††Ichthyosauridae.			

Bei einer prozentualen Vergleichung erhalten wir auch bei Ausserachtlassung der eingeklammerten Familien 17% mesozoische Vertreter. Dies stimmt mit dem Schlusse, dass Afrika der Ausgangspunkt für dieselben war, indem die orientalische Region durch diesen Wert zwischen

der madagassischen und der australischen steht. Der Prozentsatz an nordischen Familien ist wieder bei der orientalischen Region der höchste. Selbst wenn wir die ganze Allotherienschicht als paläogäisch ansehen, was in Wirklichkeit nicht der Fall ist, so bekommen wir doch schon 42% nordische Familien; dies deckt sich mit dem Schlusse, dass die Region das Hauptausstrahlungsgebiet für die im Süden lebenden känogäischen Reptilien war.

§ 81. Unter den **Amphibien** sind die Anuren alle junge Bewohner der Region. Pelobatiden, Bufoniden und Raniden rechnen wir der Sivatherienschicht zu. Ihnen schlossen sich die Discoglossiden an, die jetzt in der Region bis auf Südchina wieder verschwunden sind. Die Engystomatiden gehören teils der Phalangistidenabteilung wie Phrynella, teils der Manidenabteilung wie Phrynomantis an. Der letzteren ist jedenfalls auch der äthiopisch-madagassische Ranide Rhacophorus zuzurechnen; ebenso gehören hierzu die Dyscophiden. Diese madagassische Familie ist freilich nur durch eine monotype Gattung Caluela guttulata bei Pegu vertreten und fehlt auch in ganz Afrika. Trotzdem ist kein anderer Verbreitungsweg für die Familie denkbar, sie ist wie ebenso viele andere in den vermittelnden Gebieten ausgestorben. Die Hyliden dürften der Phalangistidenabteilung angehören. Auch die Urodelen sind nicht vor dem Miozän in die Region gelangt. Von ihnen sind nur die Amblystomiden im Mekhonggebiet lokal vertreten. Da die Familie ausser in Ostasien nur in Nordamerika vorkommt, so können wir in ihr ein nearktisches Element der indischen Fauna sehen. Die Cäcilier haben wir als eine paläogäische Familie kennen gelernt und zwar haben wir sie in allen Regionen der mesozoischen Schicht zugerechnet. Da sie aber nur bis Borneo und Java sich verbreitet haben, dagegen den Philippinen und Celebes fehlen, die doch sonst vielen alten Formen ein Asyl geboten haben, so können wir annehmen, dass sie nicht vor dem Pliozän Indien von Afrika her erreicht haben. Die Stegocephalen endlich sind in der Gondwanaformation ziemlich häufig gefunden worden. Es sind also folgende Amphibienfamilien orientalisch:

Allotherienschicht:	**Sivatherienschicht:**	**Tigerschicht:**
	Anura:	
	Discoglossidae.	Dyscophidae Ae.
	Pelobatidae.	Engystomatidae Ae. Au.
	Bufonidae.	Phrynomantes Ae.
	Ranidae.	Calophrynus Ae.
		Phrynella Au.
		(Ranidae Ae.)
		Rhacophorus Ae.
		Hylidae Au.
	Urodela.	
	Amblystomidae N.	
††Stegocephali.		Apoda.
††Labyrinthodontidae.		Caeciliidae Ae.
††Micropholididae.		
††Rhachitomi.		

Die mesozoischen Amphibien bilden also 25% der Gesamtlurchfauna, übertreffen also Madagaskar. Das erklärt sich daraus, dass von Madagaskar keine fossilen Stegocephalen bekannt sind, die aber zweifellos dort ebenfalls gelebt haben, wenigstens die beiden oben zuerst genannten Familien, die in Indien und Südafrika bekannt sind. Rechneten wir diese bei Madagaskar mit, so bekämen wir für dieses 43%, die Reihenfolge der fünf Regionen wäre dann dieselbe wie bei den Reptilien.

§ 82. Gehen wir zu den **Fischen** der Region über, so sind von den Acanthopterygiern unter den Süsswasserfischen die Sciäniden, Gobiiden und Nandiden als spezielle Anpassung aufzufassen. Von den letzteren finden sich in Indien drei Süsswassergattungen, die aber von der neotropischen abweichen. Die anderen Süsswasserfamilien weisen auf holarktischen Ursprung. Am weitesten haben die Labyrinthfische sich ausgebreitet, nämlich bis Celebes; Java, Borneo und die Philippinen erreichen die Ophiocephaliden, auf den Philippinen fehlen die Mastacembeliden, nur auf Borneo finden sich die Luciocephaliden, nicht einmal Malakka erreicht haben die Süsswasserperciden. Die drei letzten fehlen auch auf Ceylon, die letzte selbst in Südindien. Wir können daher annehmen, dass die Familien in der genannten Reihenfolge die orientalische Region erreicht haben. Die ersten 3 Familien gehören sicher der Sivatherienschicht an, da die erste und dritte von Indien nach Afrika gelangt sind. Die beiden letzten scheinen aber besser der Tigerschicht zugerechnet zu werden. Von marinen Acanthopterygiern müssen vor dem Miozän aus Gründen, die wir bei Afrika angaben, die Teuthiden und Gobiesociden die indischen Gewässer erreicht haben, während die Cirrhitiden, Scorpäniden und Acronuriden der folgenden Schicht angehören. Unter den Pharyngognathen sind die Chromiden von Ceylon und Südindien zur Manidenabteilung zu zählen, da sie nur von Afrika nach Indien sich verbreitet haben können. Unter den Physostomen zeigen die Siluriden wieder die verschiedensten Beziehungen. Die Homalopteren, Heteropteren, Bagrinen und Bagarinen sind holarktisch und der Sivatherienschicht zurechnen, meist auch in den Siwalikschichten vertreten durch Clarias, Heterobranchus; Chrysichthys, Macrones, Rita; Bagarius. Nur die Heteropteren fehlen hier, sie sind also vielleicht erst später nach Indien gekommen, zumal sie auch nur Java und Borneo erreicht haben. Auch die vorwiegend paläogäischen Ariinen finden sich in den Siwalikschichten, sie sind ebenfalls der Sivatherienschicht zuzuzählen, sie kommen ja auch schon im nordischen Eozän vor. Auch die Pimelodinen können schon um die gleiche Zeit Indien erreicht haben. Die beiden letzten Unterfamilien gehören aber sicher zum Teil auch der Manidenabteilung an, die Proteropoden der Phalangistidenschicht. Von den holarktischen Familien haben die Muräniden sich am weitesten ausgebreitet, ihnen folgen die Cypriniden und diesen die Notopteriden, die alle der Sivatherienschicht angehören. Die beiden letzten Familien sind im Tertiär von Sumatra vertreten durch Barbus bezw. Notopterus von Padang. Die Cyprino-

dontiden sind nur durch die paläogäische Gattung Haplochilus vertreten, wir stellen sie daher zur Manidenabteilung, während die Symbranchiden und Osteoglossiden wegen ihrer transpazifischen Beziehungen der Phalangistidenabteilung zuzuweisen sind. In den Clupeiden der Region sehen wir nur eine spezielle Anpassung. In Südchina und auf Formosa reichen eben noch die Salmoniden in die Region. Da die Familie eine sonst durchaus auf gemässigtes oder kaltes Klima beschränkte ist, so lässt sich aus dieser Verbreitung noch kein Schluss auf die Zeit ihrer Einwanderung ziehen. Von den Plectognathen sind die Gymnodontiden der indischen Flüsse als spezielle Anpassung anzusehen. Von den Lophobranchiern müssen die Solenostomiden vor dem Miozän schon aus den europäischen in die indischen Meere gelangt sein. Die Ganoiden sind in Indien durch verschiedene fossile Familien vertreten, und zwar aus den Ordnungen der Lepidostier und der Crossopterygier. Ausserdem müssen wir wegen ihres Vorkommens in Australien auch vermuten, dass im Jura die Pycnodontier und im Karbon die Heterocerci in den orientalischen Gebieten lebten. Von den Dipnoern lebten in der indischen Trias Ceratotiden. Unter den Selachiern müssen wir die Chimäriden wegen ihres Vorkommens in der Kreide von Neuseeland auch als alte Bewohner der orientalischen Region ansehen. Wir finden demnach in der Region folgende Familien:

Allotherienschicht:	Pteropidenschicht:	Sivatherienschicht:	Tigerschicht:	Spezielle Anpassung:
		(1) bis Celebes. (2) bis Philippinen, Java. (3) bis Java, Borneo.	(1) bis Borneo. (2) bis Hinterindien.	
		Acanthopterygii:		
	Teuthididae m.	Cirrhitidae m.	Percidae (2).	Sciaenidae.
	Gobiesocidae m.	Scorpaenidae m.	*Luciocephalidae (1).	Gobiidae.
		Acronuridae m.		Nandidae.
		Labyrinthici (1).		
		*Ophiocephalidae (2).		
		Mastacembelidae (3).		
		Pharyngognathi:		
			Chromidae Ae.	
		Physostomi:		
		Siluridae Clarinae (1).	Siluridae Hypostomatinae Au.	Clupeidae.
		„ Plotosinae (1).	(Siluridae Pimelodinae Ae.).	
		* „ Chacinae (3).	(Siluridae Ariinae Ae.).	
		„ Silurinae (3).	?Salmonidae.	
		„ Bagrinae (2).	Cyprinodontidae Ae.	
		„ Pimelodinae (3).	Osteoglossidae Au.	
		„ Ariinae (1).	Symbranchidae Au.	
		* „ Bagarinae (3).		
		Cyprinidae (2).		
		Notopteridae (3).		
		Muraenidae (1).		

Allotherien-schicht:	Pteropiden-schicht:	Sivatherien-schicht:	Tigerschicht:	Spezielle Anpassung:
	Lophobranchii.			Plectognathi.
	Solenostomidae m			Gymnodontidae.
††Ganoidei.				
(††Pycnodontidae.)				
—				
††Sphaerodontidae.				
††Stylodontidae.				
—				
(††Palaeoniscidae.)				
—				
††Cyclodipterini.				
†Dipnoi.				
†Ceratodidae.				
Selachii.				
Chimaeridae m.				

§ 83. Verlassen wir nun die Wirbeltiere und kommen wir zu den **Insekten,** so müssen wir bei den Hymenopteren Myrmiciden und Camponotiden der Allotherienschicht zurechnen wegen ihrer Beziehungen zu Afrika und Madagaskar, wie wegen ihres geologischen Alters. Eine Reihe von Gattungen sind dann mit der Pteropidenschicht ins Land gekommen, darunter als neue Familie die Poneriden. Gattungen aller drei Familien gehören weiter der Sivatherien- sowie der Tigerschicht, besonders ihren südlichen Abteilungen an, doch lässt die genaue Zugehörigkeit für die einzelnen Gattungen sich nur schwer genau bestimmen. Neu erscheinen in dieser Schicht die Dolichoderiden, der Phalangistidenabteilung angehörend, und die Doryliden, meist ebenfalls ihr zuzuweisend, zugleich aber teilweise an die Maniden sich anschliessend. Von den übrigen Hymenopterenfamilien seien hier nur die Thynniden und Chalcididen erwähnt, die im Bernstein sich finden und daher jedenfalls spätestens mit den Sivatherien Indien erreichten.

Von den Lepidopteren sind die Lycäniden, Nymphaliden, Satyriden, Pieriden, Papilioniden und Hesperiden aus dem europäischen Oligozän bekannt, sie werden also mindestens im Miozän, wenn nicht schon früher über das trennende Meer fliegend Indien erreicht haben, allerdings gehören nur einzelne ihrer Gattungen dieser alten Schicht an. An sie schliessen die Elymniden sich an, die spätestens der Sivatherienschicht angehören. Der grösste Teil der jetzigen orientalischen Tagfalter aber schliessen sich jedenfalls der Tigerschicht an. Die Manidenabteilung ist vertreten durch die Acräiden, Libytheiden, Nemeobiiden, sowie eine Anzahl früher bei Afrika aufgezählter Nymphaliden und Pieridengattungen wie Nymphalis, Junonia bezw. Tachyris und Pontia. Zur Phalangistidenabteilung gehören dagegen die Danaiden, Morphiden, sowie viele Formen der Papilioniden. Die Familien sind meist über die ganze Region ver-

breitet, nur die Acräiden fehlen im mittleren Teile. Von den Heteroceren sind die Sphingiden jedenfalls auch in dieser Region schon mesozoische Bewohner gewesen. Die Zygäniden sind, weil von oligozänem Alter, wahrscheinlich bereits im älteren Tertiär nach Indien gelangt. Die zu ihnen gehörende Gattung Glaucopis gehört ihrer transpazifischen Beziehungen wegen jedenfalls zur Phalangistidenabteilung ebenso wie die Agaristiden und die Uraniiden. Die ersten sind mit den neotropisch-australischen Castniiden verwandt, von den letzteren ist in der ganzen Region nur die ebenfalls neotropisch-australische Gattung Nyctalemon vertreten. Die Ägeriiden endlich gehören vielleicht auch der Tigerschicht an und zwar der Talpidenabteilung, da sie zwar sonst über die ganze Erde sich verbreitet haben, aber in Australien fehlen. Auch nach Afrika und Madagaskar sind sie nach unserer Annahme nicht über Indien, sondern mit den Viverriden direkt von Europa gelangt.

Unter den Dipteren haben die Tipuliden sicherlich schon im Alttertiär Indien erreicht, da sie im europäischen Oligozän, vielleicht sogar im Eozän vertreten sind. Die zu ihnen gehörende Gattung Eriocera aber ist erst mit den Maniden aus der äthiopischen Region in die orientalische gelangt.

Unter den Coleopteren rechnen wir dieselben Familien der Allotherienschicht zu, die in Australien zur Monotremenschicht, in Südamerika zur Dasyuridenschicht, in Madagaskar zur Allotherienschicht und in Afrika zur Tritylodontidenschicht gezählt wurden. Der Beweis lässt sich nur indirekt führen. Da wir die Monotremenschicht von Indien hergeleitet haben, so müssen die ihr zugerechneten Familien natürlich auch in der Jurazeit in der orientalischen Region gelebt haben, ähnliches gilt bei Madagaskar. Besonders wird das hohe Alter der Familien durch australisch-madagassische Beziehungen gesichert, wie wir sie bei den Carabiden, Buprestiden, Lucaniden, Cerambyciden und Lamiiden fanden. Ausser diesen Familien gehören zur Allotherienschicht noch die Aphodiiden, Dynastiden, Cetoniiden, Melolonthiden, Prioniden und Tenebrioniden. Die erste Einwanderung der Cicindeliden mag mit den Pteropiden im Oligozän erfolgt sein zugleich mit Copriden und Geotrupiden. Alle diese Familien waren bereits in alttertiärer Zeit weit verbreitet. Die Cicindeliden allerdings waren vorwiegend paläogäisch; infolgedessen finden wir auch in der Tigerschicht von ihnen Vertreter. So gehört Odontochila in die Phalangistidenabteilung. Ob Jansenia und Megalomma der Manidenabteilung angehören, oder von Indien nach Afrika bezw. Madagaskar sich ausgebreitet haben, lässt sich nicht mit Sicherheit entscheiden. Auch unter den mesozoischen Familien finden wir pliozäne Einwanderer. Was die Manidenabteilung anlangt, so lässt sich allerdings nicht entscheiden, ob die Wanderung in mesozoischer Zeit oder im Pliozän erfolgte, auch ist bei vielen Gattungen wie bei den Carabiden Catascopus, Coptodera, Colopodes, Caasnonia nicht mit Sicherheit zu entscheiden, ob sie afrikanischen oder australischen Ur-

sprungs sind. Wir verzichten deshalb auf die Anführung von Beispielen, zumal diese alle schon bei den früheren Regionen genannt worden sind. Unter den holarktischen Gattungen dieser Familien befinden sich auch solche, die zweifellos erst spät nach Indien gelangt sind, so der Carabide Trechus, der in der äthiopischen und madagassischen Region fehlt, während er sonst in allen Regionen vorkommt. Er gehört also der Talpidenabteilung an. Zur Phalangistidenabteilung müssen wir den Carabiden Ega wegen seiner transpazifischen Beziehungen rechnen, allerdings unter der Einschränkung, dass die Gattung schon im Miozän nach Indien gelangt sein kann. Wahrscheinlich ist dies freilich nicht, da sie sich nicht über die orientalische Region hinaus verbreitet hat. Es erübrigt nur noch, auf die Familien einzugehen, die wir in unserer Zusammenstellung beim Überblicke über die Paläogäa als im Alttertiär vermutlich rein südliche bezeichnet haben. Als zur Phalangistidenschicht gehörig sehen wir wegen ihrer transpazifischen Beziehungen die Trogiden mit Cloeotus und Omorgus, sowie die Passaliden an, die am zahlreichsten in der neotropischen und der orientalischen Region sich finden, im tropischen Afrika dagegen grösstenteils fehlen. Zweifelhaft ist die Herkunft der Ruteliden, die in der äthiopischen und in der australischen Region weit verbreitet sind. Zur Manidenabteilung gehören dagegen sicher die Orphniden, die in Australien fehlen und selbst Hinterindien nur in Birma erreicht haben, ferner die Hopliden, die Timor und die Molukken erreicht haben, und endlich die Hybosoriden, die bis Neuguinea und Nordaustralien gelangt sind.

Unter den Orthopteren haben wir wegen ihrer indischen Beziehungen die Grylliden, Locustiden, Phaneropteriden und Acrididen genannt. Diese rechnen wir demnach der Allotherienschicht zu. Endlich können wir auch annehmen, dass alle holarktische Familien bald nach ihrem Erscheinen in der holarktischen Region auch die orientalische erreicht haben, die ihr am nächsten lag und lange Zeit einen Teil von ihr bildete. Aus diesem Grunde stellen wir in der folgenden Übersicht alle Familien von mesozoischem Alter zur Allotherienschicht, solche, die seit dem Eozän oder Oligozän bekannt sind, zur Pteropidenschicht, solche von miozänem Alter zur Sivatherienschicht. Noch jüngere Familien müssen wir der Tigerschicht zurechnen. Selbstverständlich ist es sehr leicht möglich, dass einzelne Familien in Wirklichkeit einer älteren Schicht zugehören, da wir nicht annehmen können, dass eine Familie, die wir erst aus dem Oligozän kennen, wirklich erst seit dieser Zeit gelebt habe. Die Zusammenstellung ist also so aufzufassen, dass eine Familie der Pteropidenschicht z. B. mindestens seit dem Oligozän in der orientalischen Region sich aufhält. Wir haben den Familien das geologische Alter beigesetzt in den früher angegebenen Abkürzungen. Die Familien, deren Zugehörigkeit zu einer bestimmten Schicht im vorhergehenden begründet ist, sind durch ein liegendes Kreuz × hervorgehoben. Die Ursprungsregionen sind bei den paläogäischen Familien

in der üblichen Weise bezeichnet und zwar ist diese Bezeichnung der des geologischen Alters vorangestellt.

Allotherienschicht:	**Pteropidenschicht:**	**Sivatherienschicht:**	**Tigerschicht:**
	Hymenoptera:		
Apidae.	Apidae.	Apidae.	Apidae.
Apinae Ma.	Meliponinae O.	Podileginae Mi.	Apathinae.
Bombinae Ma.	Merileginae O.	Scoliadae Mi.	×Dorylidae Au. Ae.
×Camponotidae Ma.	Gastrileginae O.	—	×Dolichoderidae Au.
×Myrmicidae Ma.	Vespidae O.		—
—	Sphegidae O.		
	Pompilidae O.		
	×Mutillidae O.		
	Chrysidae O.		
	×Poneridae O.		
	—		
Ichneumonidae Ma.	Evaniidae O.	Pteromalidae Mi.	
	Braconidae O.		
	Proctotryphidae O.		
	×Chalcididae O.		
	Cynipidae O.		
	Uroceridae O.		
	Tenthredinidae O.		
	Lepidoptera:		
	×Satyridae O.	×Elymnidae.	×Danaidae Au.
	×Nymphalidae O.	—	×Morphidae Au.
	×Lycaenidae O.		×Acraeidae Ae.
	×Pieridae O.		×(Nymphalidae.)
	×Papilionidae O.		Junonia Ae. usw.
	×Hesperidae O.		×Libytheidae Ae.
	—		×Nemeobiidae Ae.
			×(Pieridae.)
			Tachyris Ae. usw.
			×(Papilionidae Au.)
			—
×Sphingidae Ma.	×Zygaenidae O.		×Aegeriidae.
	Arctiidae E.		Cossidae.
	Bombycidae O.		Hepialidae.
	Noctuidae O.		×Uraniidae Au.
			×Agaristidae Au.
			?Geometridae.
Tineidae Ma?	—		—
	Tortricidae O.		Pterophoridae.
	Pyralidae O.		
	Diptera:		
Mycetophilidae Ma.	Cecidomyidae O.		Midaidae.
Simulidae Ma.	Bibionidae O.		
Culicidae Ma.	Psychodidae O.		
Chironomidae Li.	×Tipulidae O.		
Rhyphidae Ma?	(Rhyphidae O.)		

Allotherienschicht:	Pteropidenschicht:	Sivatherienschicht:	Tigerschicht:
—	—		
Asilidae Li.	Xylophagidae O.		
Empidae Ma.	Stratiomyidae O.		
	Acanthomeridae O.		
	Tabanidae O.		
	Leptidae E.		
	Nemestrinidae O.		
	Bombylidae O.		
	Therevidae O.		
	Cyrtidae O.		
	Dolichopodidae O.		
	—		
Syrphidae Ma.	Conopidae O.	Sciomyzidae Mi.	Sarcophagidae.
	Oestridae E? O.	Psilidae Mi.	
	Pipunculidae O.	Ortalidae Mi.	
	Tachinidae O.	Trypetidae Mi.	
	Muscidae O.	Lonchaeidae Mi.	
	Anthomyidae O.	Agromyzidae Mi.	
	Cordyluridae E.		
	Helomyzidae O.		
	Micropezidae O.		
	Ephydridae O.		
	Sapromyzidae O.		
	Drosophilidae O.		
	Chloropidae (Oscinidae) O.		
	—		—
			Phoridae.
			—
			Hippoboscidae.
			Nycteribidae.
			Braulidae.
			—
			Pulicidae.
	Coleoptera:		
×Carabidae K.	×Cicindelidae O.		(Cicindelidae.)
Dytiscidae Li.	—		Odontochila Au.
Gyrinidae Li.			(Carabidae.)
—			Catascopus Ae. Au.
Hydrophilidae K.	Scydmaenidae O.		usw.
Silphidae Ma.	Paussidae O.		Ega Au.
Staphylinidae Ma.	Pselaphidae O.		—
(†Scaphidiidae Ma.)	Phalacridae O.		
Coccinellidae Li.	Endomychidae O.		
Colydiidae Ma.	Crotylidae O.		
Cryptophagidae Li.	Cucujidae O.		
Mycetophagidae Li.	Dermestidae O.		
Histeridae Ma.	—		
Nitidulidae Li.			
Trogositidae Li.			
Lathridiidae Li.			

Allotherien-schicht:	Pteropiden-schicht:	Sivatherien-schicht:	Tigerschicht:
Byrrhidae Li.			
Parnidae Ma.			
—			
Dascyllidae Li.	Malachidae O.		
Elateridae K.	Cleridae O.		
Throxidae Li.	Cupesidae O.		
×Buprestidae K.	Lymexylonidae O.		
Lampyridae Li.	Cioidae O.		
Ptinidae Kr.	—		
—			
×Lucanidae E.	×Geotrupidae O.	×?Rutelidae Mi.	×Passalidae Au.
×Melolonthidae Li.	×Copridae O.	×?Hopliidae Mi.	×(Rutelidae Ae. Au.)
×Cetoniidae Ma.		×?Hybosoridae Mi.	×(Hopliidae Ae.)
×Dynastidae Ma.	—	×?Trogidae Mi.	×Orphnidae Ae.
×Aphodiidae Li.		—	×(Hybosoridae Ae.)
—			×(Trogidae Au.)
×Prionidae Li.	Bruchidae O.		—
×Cerambycidae Ma.	—		
×Lamiidae Ma.			
Chrysomelidae K.			
—			
×Tenebrionidae K.	Lagriidae O.		
×Cistelidae Li.	Melandryidae O.		
Meloidae Ma.	Pythidae O.		
—	Oedemeridae O.		
	Mordellidae O.		
	Anthicidae O.		
	Pyrochroidae O.		
	Rhipiphoridae O.		
	Stylopidae O.		
	—		
Otiorhynchidae Kr.	Rhynchitidae O.	Attelabidae Mi.	
Curculionidae K.	Byrsobidae O.		
	Calandridae O.		
	Scolytidae O.		
	Anthribidae O.		
	Apionidae O.		
	Hemiptera:		
Cimicidae Li.	Cydnidae O.		
Coreidae Li.	Thripsidae O.		
Lygaeidae Li.	Capsidae O.		
Reduviidae Ma.	Tingidae O.		
Hydrometridae Ma.	Aradidae O.		
Nepidae Ma.	Nabidae O.		
—	Saldidae O.		
	Notonectidae O.		
Cicadidae Li.	—		Chermesidae.
Cicadellidae Li.	Coccidae O.		Psyllidae.
Membracidae Ma.			Pediculidae.
Fulgoridae Do.			
Aphididae Kr.			

Allotherien-schicht:	Pteropiden-schicht:	Sivatherien-schicht:	Tigerschicht:
	Neuroptera:		
Phryganidae Li.			
Panorbidae Li.			
Hemerobidae Ma.			
Sialidae Buntsandstein.			
	Orthoptera:		
×Gryllidae Li.	Phasmidae O.		
×Locustidae Li.	Mantidae O.		
×Phaneropteridae Ma.			
×Aerididae Li.			
Blattidae B.			
Forficulidae Li.			
	Archiptera-Pseudoneuroptera:		
Libellulidae Li.	Agrionidae O.		
Aeschnidae Li.	Perlidae E.		
Gomphidae Li.	Psocidae O.		
Calopterygidae Li.	Embiidae O.		
Ephemeridae Ma.	—		
Termitidae Li.			
	Thysanura:		
	Lepismatidae O.		
	Poduridae O.		

§ 84. Bei den übrigen **Arthropoden** haben wir es meist mit zu alten Familien zu tun, da viele bis in die paläozoische Zeit zurückreichen. Wir greifen deshalb aus ihnen nur einige Gruppen heraus und stellen sie in derselben Weise zusammen wie die Insekten.

Allotherien-schicht:	Pteropiden-schicht:	Sivatherien-schicht:	Tigerschicht:
	Araneae:		
Agelinidae Ma.	Orbitelaridae O.		Mygalidae.
	Scytodiidae O.		
	Theridiidae O.		
	Dysdercidae O.		
	Drassidae O.		
	Hersiliidae O.		
	Territellaridae O. (Cb.?)		
	Thomisidae O.		
	Citigradae O.		
	Saltigradae O.		
	Acari:		
	Trombididae O.	Hydrachnidae Mi.	Phytoptidae.
	Bdellidae O.		
	Gamasidae O.		
	Ixodidae O.		
	Oribatidae O.		
	Sarcoptidae O.		

Allotherienschicht:	Pteropidenschicht:	Sivatherienschicht:	Tigerschicht:
	Myriopoda:		
Julidae Kr.	Polyxenidae O.		Pauropodidae.
	Lysiopeltidae O.		—
	Polydesmidae O.		Polyzonidae.
	Glomeridae O.		—
	—		
	Geophilidae O.		Scutigeridae.
	Scolopendridae O.		
	Lithobiidae O.		
	Cermatiidae O.		
	Decapoda:		
Catometopa Kr.	Portunidae E.		
Cancridae Kr.			
Oxyrrhyncha Do.			
Oxystomata Kr.			
Raninidae Kr.			
Dromiidae Do.			
—			
Galatheidae Kr.	Paguridae E.		Lithodidae.
			Hippidae.
Thalassinidae Ma.			
Astacidae B.			
Glyphaeidae Mu.			
Palinuridae Li.			
Eryonidae K.			
Carididae De.			

§ 85. In welcher Weise die **Mollusken** auf die einzelnen Schichten zu verteilen sind, ist in der Hauptsache durch das bei den anderen Regionen Gesagte bestimmt. Wegen ihres Verhaltens in Australien und auf Madagaskar sind die meisten Familien zur Allotherienschicht zu rechnen. Eine Ausnahme bilden die Auriculiden, da diese in Madagaskar fehlen und nach Australien jedenfalls zuerst von Südamerika gekommen sind. Wir stellen sie deshalb zur Sivatherienschicht. Ausnahmen bilden hier weiter die Diplommatiniden und die Heliciniden, die beide von Australien aus sich ausgebreitet zu haben scheinen, also vielleicht der Phalangistidenabteilung angehören. Wir erhalten also folgende Gruppierung:

Allotherienschicht:	Sivatherienschicht:	Tigerschicht:
	Pulmonata:	
Helicidae.	Auriculidae.	
Limacidae.		
Oncidiidae.		
Limnaeidae.		
	Prosobranchiata:	
Cerithiidae.		?Diplommatinidae Au.
Cyclostomidae.		?Helicinidae Au.
Melaniadae.		

Allotherienschicht:	**Sivatherienschicht:**	**Tigerschicht:**
Aciculidae.		
Paludinidae.		
Neritinidae.		
	Lamellibranchiata:	
Nayadidae.		

Die marinen Prosobranchiaten würden wegen ihres mesozoischen Alters ebenfalls der Allotherienschicht zuzuzählen sein, vielleicht mit Ausnahme der Harpiden und Terebriden, die erst seit dem Eozän bekannt sind und daher an die Pteropidenschicht anzuschliessen wären. Die Lepetiden sind sogar erst seit dem Pliozän bekannt, und müssten also zur Tigerschicht gerechnet werden. Unter den Lamellibranchiaten sind nur die Paphiiden, Scrobiculariden und Galeommiden erst seit dem Eozän bekannt, und gehören darnach zur Pteropidenschicht. Alle anderen Familien sind auch hier zur Allotherienschicht zu rechnen, soweit sie überhaupt in der orientalischen Region vertreten sind.

§ 86. Dass auch die **Würmer** sehr alte Bewohner der Region sind, bedarf keines Beweises. Wie bei den andern Regionen gehören sie auch hier der ältesten Schicht an.

§ 87. Es bedarf schliesslich noch eines Blickes auf die **Pflanzen** der orientalischen Region. Dieselbe bildet in der Hauptsache nach Drude ein floristisches Reich, das allerdings auch den grössten Teil der australischen Inselwelt umfasst. Abzutrennen sind nur das Indusgebiet, das sich an das mittelländische Reich anschliesst, und das obere Mekhonggebiet, das zum ostasiatischen Reich gezählt wird. Nach dem bei Australien und Madagaskar Gesagten müssen wir unter allen Umständen annehmen, dass selbst die Dicotyledonen bereits in mesozoischer Zeit die Region erreicht hatten und in ihr sich differenzieren konnten. Aus diesem Grunde kann hier wie bei den anderen Regionen die Pflanzengeographie für die Paläogeographie nicht viel Nutzen bringen. Immerhin fehlt es nicht an den zu erwartenden Beziehungen. Indische Florenelemente sind auch in den Gebieten der orientalischen Region nicht selten, die nicht zum eigentlichen indischen Florenreiche gerechnet werden. Äthiopische Elemente finden wir in ganz Vorderindien mit Ceylon, sowie in Hinterindien. Madagassische Formen sind am zahlreichsten in Südindien und auf Ceylon, fehlen aber auch nicht im Irawadi- und im Mekhongdelta, auf der Halbinsel Malakka, auf Sumatra, Java und Borneo. Australische Pflanzen sind auf allen malaiischen Inseln zu finden, selbst neuseeländische Formen haben Borneo erreicht. Endlich sind auf den Philippinen, den Molukken, den Sundainseln, in Hinterindien und im Gangesdelta neotropische Elemente zu finden. Diese neotropischen, neuseeländischen und australischen Formen sind der Phalangistidenabteilung zuzuzählen. Bezeichnend ist, dass die südamerikanischen am tiefsten in die orientalische Region eingedrungen sind. Es erklärt

sich dies daraus, dass diese in der Papua-Unterregion am zahlreichsten sich seit der Einwanderung der Marsupialierschicht erhalten haben. Die neuseeländischen Formen, deren Ausgangspunkt am weitesten zurücklag, konnten dagegen am wenigsten in der Region sich verbreiten. Die äthiopischen und die madagassischen Formen gehören wiederum zur Manidenabteilung. Die Einwanderung der letzteren muss im wesentlichen über die alten Restinseln stattgefunden haben, dafür spricht ihre Anhäufung in Südindien, wie ihre weite Ausbreitung in der Region. Unterstützt wurde diese Wanderung jedenfalls durch die Monsunwinde und Monsunströmungen. Endlich fehlen auch nicht holarktische Elemente. Es finden sich mittelmeerische im östlichen Teile von Vorderindien, innerasiatische ebendaselbst, ostasiatische in Hinterindien, auf Borneo, Java und den Philippinen. Selbst Pflanzen des nördlichen Florenreiches haben die Region erreicht, sie finden sich auf Borneo, Sumatra und Java, fehlen aber merkwürdigerweise dem festländischen Indien. Eine für die Region besonders charakteristische Familie sind die Aurantiaceen.

§ 88. **Beziehungen der Region.** Die bisher besprochenen Regionen sind meist schon seit dem Alttertiär gut isolierte Gebiete gewesen, selbst das noch mit Afrika zusammenhängende Madagaskar, und infolgedessen liess sich ihre Geschichte während der känozoischen Periode in ziemlich einfachen und bestimmten Strichen zeichnen. Dies ist bei der orientalischen Region nicht der Fall. Sie hat nicht wie die andern immer ein Ganzes gebildet, sondern setzt sich aus sehr verschiedenartigen Elementen zusammen. Es wurde schon erwähnt, dass die Region am Ende der mesozoischen Zeit noch mit der Paläogäa in Verbindung gestanden habe. Dies gilt aber wahrscheinlich nur für einen Teil von ihr, für Dekhan und Ceylon, bis zum Anfange der Tertiärzeit. Nach dem Zerbrechen der Landbrücke war Südindien zeitweise isoliert. Über das Schicksal der übrigen Region können wir auf Grund der Tier- und Pflanzenverbreitung nichts Bestimmtes angeben. Fliegende und schwimmende Tiere konnten das isolierte Gebiet erreichen, das bisher eine Lebewelt besessen, die der alten Madagaskars und Australiens sehr ähnlich war. Auf diese Weise kamen die ersten nordischen Elemente der Tertiärzeit in die Region. Während der Miozänzeit spätestens vereinigte sich Indien mit dem holarktischen Gebiete und bildete mit ihm ein einheitliches grosses Reich. Ausserordentlich vielseitig war die Bereicherung, die besonders die höhere Fauna der Region damals erfuhr, indem zahlreiche nordische Familien meist aus dem mittelmeerischen Gebiete, zum Teil aber auch aus Nordamerika einwanderten und in Indien sich weiter entwickelten, wie wir das bei den Säugetieren bereits an mehreren Beispielen gezeigt haben. Der Zufluss von holarktischen Formen dauerte ununterbrochen an, freilich wurde nicht dauernd die ganze Region davon betroffen. Vorderindien ward durch die sich auftürmenden jungen Faltengebirge mit einer fast unübersteiglichen Schranke umgeben, und zugänglich blieb nur Hinterindien, das deshalb

verschiedene holarktische Formen aufzuweisen hat, die Vorderindien fehlen. Zum Teil erreichten diese Eindringlinge noch den malaiischen Archipel, der seit der Miozänzeit ausserordentlich an Ausdehnung gewonnen hatte und eine Inselbrücke nach Australien bildete. Schon in der Miozänzeit kamen, diesen Ländern folgend, flugfähige australische Tiere nach Indien, im Pliozän auch Landtiere, die die schmalen Meeresarme zwischen den Inseln aktiv oder passiv überschreiten konnten. Wir haben diese Lebewesen als Phalangistidenabteilung bezeichnet. Für die Säugetiere gehört diese nur der Tigerschicht an, für Vögel und Insekten zum Teil auch der Sivatherienschicht. Eine zweite Brücke verband im Pliozän Indien mit dem tropischen Afrika, die vielleicht südlich von Arabien über Sokotra führte. Teilweise mit dichtem Wald bedeckt, teilweise offenes Gelände bietend, gestattete sie den Tieren der Siwalikfauna die Ausbreitung nach der äthiopischen Region, während zum Ersatze dafür auch vereinzelte Familien von dort einwanderten. Die Wechselwirkung entspricht, wie schon erwähnt, dem klimatischen und dem Massenwirkungsgesetze. Eine Anzahl äthiopischer Formen war schon früher auf dem Umwege über Europa nach Indien gelangt. Jetzt ist noch ein Wechselverkehr der Region mit dem paläarktischen Gebiet in Hinterindien und mit der australischen Region über die malaiischen Inseln möglich, er beschränkt sich also ausschliesslich auf den östlichen Teil der orientalischen Region.

§ 89. **Unterregionen.** Die erste Unterregion bildet Ceylon mit Südindien in der durch Wallace angegebenen Begrenzung. Als geotektonisches Gebiet müssten wir allerdings ganz Dekhan dazu rechnen. In dieser weiteren Ausdehnung bildet die Unterregion den Teil der orientalischen Region, den wir mit Sicherheit als Teil der alten Paläogäa ansehen können, und wahrscheinlich den einzigen. Aus diesem Grunde können wir erwarten, dass hier sich besonders madagassische Beziehungen bei alten Tiergruppen und bei den Pflanzen finden. Als Dekhan mit dem asiatischen Festlande verbunden wurde, wurden aber die alten Faunen zurückgedrängt, und der grösste Teil des Gebietes nahm das neue Gepräge an, nur im äussersten Süden behaupteten sich eigenartige Typen, deren Zahl durch später eintretende Entwaldung des grössten Teiles von Vorderindien noch beträchtlich erhöht wurde.

Zunächst stellen wir die endemischen Familien der Unterregion zusammen. Die absolut endemischen sind durch einen Stern * hervorgehoben, die wenigstens in Vorderindien fehlenden, aber im malaiischen Gebiete oder in Hinterindien sich findenden in Klammern gesetzt. Relativ bezw. absolut endemisch sind die (Lemuriden), (Tupajiden), Oviden, die (Uropeltiden), (Acrochordiden), Chamäleontiden, Acontiaden, die Chromiden, die (Aciculiden). Dagegen fehlen die Hyäniden, die Certhiiden, Yungiden, Pterocliden, die Psammophiden, Eryciden, die Perciden, Mastacembeliden (nur auf Ceylon fehlend), Labyrinthici, die Acräiden, Libythäiden, alles Familien, die in den benachbarten vorderindischen

Gebieten sich finden. Unter den endemischen Familien fällt die grosse Anzahl eingeklammerter Namen auf. Sie bezeichnen die merkwürdig erscheinende Ähnlichkeit zwischen der ceylonesischen Unterregion und den malaiischen Gebieten, die selbst Wallace an eine alte Landverbindung denken liess[1]). Selbst in Gattungen stimmen beide Gebiete überein. Solche ceylonesische Gattungen, die in Vorderindien fehlen, sind die Turdiden Brachypteryx, Oreocincla, die Timaliide Drymocataphus, die Dicruride Irena, die Muscicapide Muscicapula, die Corvide Urocissa, der Bucerotide Buceros, die Homalopside Cerberus, die Acrochordide Chersydrus, die Agamide Atocryptis, die Danaide Hestia, der Carabide Tricondyla, der Buprestide Brachys, die Cerambiciden Tetraommatus, Thranius, Cacia, die Lamiiden Praonetha, Ropica, Serixia, die Myrmicide Strumigenys, die Gryllide Cyrtöxiphus, die Acridide Spathosternum, die Araneine Cryptothele, der Myriopode Siphonophora. In Wirklichkeit bedarf es aber trotzdem einer Landverbindung nicht. Die Verwandtschaft ist nicht auffälliger als die zwischen Westafrika und den malaiischen Inseln, und wie bei diesen Ländern erklärt sie sich auch hier dadurch, dass ursprünglich über die ganze Region verbreitete Tiere in die äussersten Grenzgebiete derselben zurückgedrängt wurden, als der schon mehrfach erwähnte klimatisch-floristische Umschwung eintrat. Die Abtrennung der Insel Ceylon selbst muss ziemlich spät erfolgt sein, da die Insel viele Arten mit dem Festlande gemeinsam hat. Andererseits fehlen aber auch sonst weitverbreitete Arten. An erster Stelle ist hier der Tiger zu nennen, der nach Lydekker zu den jüngsten Bewohnern der orientalischen Region gehört[2]). Man hat allerdings Reste aus den Siwalikschichten nämlich Felis cristata als Stammform des Tigers ansehen wollen, und angenommen, dass der Tiger auf Ceylon ausgerottet worden sei[3]). Doch glaubt Bourguinat sogar echte Tiger in der europäischen diluvialen Höhlenfauna entdeckt zu haben[4]). Besonders entscheidend ist aber, dass der Tiger nie Borneo erreicht hat, wo er nicht fehlen dürfte, gehörte er wirklich bereits der Siwalikfauna an, hat er doch sonst von allen altweltlichen Raubtieren das ausgebreitetste Verbreitungsgebiet. Ausser dem Tiger fehlen auch verschiedene andere Katzenarten auf Ceylon, sowie eine Reihe indischer Ungulaten. Da ausser Formen der Siwalikschichten auch afrikanische Typen wie Manis die Insel erreicht haben, muss die Lostrennung der Insel im oberen Pliozän oder im Diluvium erfolgt sein.

Die zweite Unterregion ist das festländische Vorderindien in der Wallaceschen Umgrenzung. Charakteristisch für diese Unterregion sind die Hyäniden, (Oviden), die Yungiden, Pterocliden, die (Gavialiden), Eryciden, die (Acräiden). Wir haben schon mehrfach er-

---

1) Wallace, G. D. A. D. A. I. S. 420.
2) Lydekker, G. H. M. D. A. S. 370.
3) Vergl. Kobelt, Studien z. Zoogeographie. II. S. 136—137.
4) Zittel, Handbuch d. Paläontologie, Abt. I. Bd. IV. S. 676.

wähnt, dass diese Unterregion seit der Pliozänzeit eine grosse Veränderung erfahren hat. Das Schwinden des Waldes hängt vielleicht mit der Erhebung des innerasiatischen Hochlandes zusammen, indem die Wintermonsune eine waldfeindliche Trockenzeit bedingten. Immerhin ist es eigentümlich, dass eine Reihe von Familien vollständig aus Indien verschwunden ist, die früher hier lebten, wie die Giraffiden und Hippopotamiden. Vielleicht können wir die Ursache in einer Kälteperiode sehen, die gleichzeitig mit der nordischen Eiszeit auftrat. Eine solche Abkühlung müssen wir auch aus anderen Gründen annehmen. Denken wir z. B. an die Verbreitung der Oviden. Von der Gattung Hemitragus bewohnt eine Art den Himalaya, eine zweite die Nilgiri, eine dritte die Gebirge von Oman. Dazu kommen je eine fossile Art von den Siwalikhügeln und der Inseln Perim. Diese Verbreitung lässt sich nur dadurch erklären, dass die Gattung früher auch die zwischenliegenden Länder bewohnte. Da aber die Oviden nur in kühleren Klimaten leben, so liegt der Schluss nahe, dass diese weitere Verbreitung eben durch ein kühlere Temperatur bedingt wurde[1]). Auch sonst mag die Unterregion in jüngster Zeit noch wesentlichen Veränderungen unterworfen gewesen sein, da das ganze Indus- und Gangestiefland von quartären Schichten bedeckt wird, die nur durch den Wüstensand der Wüste Tharr unterbrochen werden. Vollständig ist aber Südindien sicher in jüngster Zeit nie von Asien getrennt gewesen, etwa so, dass dieses ganze quartäre Gebiet Flachsee gewesen wäre, denn dann müsste die Fauna Südindiens viel mehr eigentümliche Züge besitzen, als es tatsächlich der Fall ist. Vielmehr sind diese Schichten zum grossen Teile terrestre Bildungen.

Die dritte Unterregion bildet Hinterindien ohne die Halbinsel Malakka aber einschliesslich Südchinas und Formosas. Zunächst stellen wir die charakteristischen Familien zusammen. Die nur in Vorderindien bezw. auch auf Ceylon fehlenden sind in Klammern gesetzt. Es sind dann zu erwähnen die Talpiden, (Tupajiden), Spalaciden, die Panuriden, (Troglodytiden), (Liotrichiden), (Pachycephaliden), (Eurylämiden), (Indicatoriden), die (Xenopeltiden), (Amblycephaliden), Ophisauriden, Platysterniden, die Discoglossiden, Dyscophiden, Amblystomiden, die (Aciculiden), (Diplommatiniden), (Heliciniden), es sind also ziemlich viel, 11 von 18, Familien charakteristisch für den östlichen Teil der Region im ganzen im Gegensatz zu Vorderindien. Andererseits fehlen in der Unterregion Familien, die sonst fast in der ganzen Region sich finden, so die Acräiden. Auch dem malaiischen Gebiete fehlen die Hyäniden, Dipodiden, Oviden, die Yungiden, Pterocliden, Phönicopteriden, die Orphniden. Merkwürdig ist das Verhalten der Leporiden, die nur den nördlichen Teil der Unterregion bewohnen, trotzdem Lepus bereits in den Siwalikschichten vertreten ist. Es hängt dies jedenfalls damit zusammen, dass

1) Lydekker, G. H. M. D. A. S. 379—380.

die Leporiden überhaupt das tropische Waldgebiet vermeiden, z. B. im äquatorialen Afrika nur östlich vom ostafrikanischen Graben sich finden. Ein anderer Grund lässt sich wenigstens kaum angeben. Zur Unterregion gehören auch zwei grössere Inseln. Hainan kann sich erst spät vom Festlande gelöst haben, da es nur eine endemische Hasenart besitzt, während die anderen 23 Säugetierarten festländisch sind. Der Endemismus beträgt also bei den Säugetieren nur 4%. Auch von den Landvögeln sind nur 15% endemisch. Auf der Insel Formosa beträgt dagegen der Endemismus bei den Vogelarten 24%, bei den Säugetieren sogar 37%. Diese Insel muss also schon früher vom Kontinente sich gelöst haben. Von Landsäugetieren finden sich auf Formosa die Cynopitheciden; Feliden, Viverriden, Musteliden, Ursiden, Caniden; Soriciden, Erinaceiden, Talpiden; Leporiden, Muriden, Sciuriden; Antilopiden, Cerviden, Suiden; Maniden. Es sind also fast lauter Familien der Sivatherienschicht. Doch beweist das Vorkommen von Manis, dass die Abtrennung jedenfalls nicht vor dem oberen Pliozän erfolgt sein kann. Dagegen fehlt der Tiger der Insel, sie mag also etwa zur selben Zeit selbständig geworden sein, wie Ceylon. Dafür, dass Formosa erst im oberen Pliozän oder im Diluvium Insel geworden ist, sprechen auch die anderen hier vorkommenden Landwirbeltiere. Es finden sich hier von den Familien der Tigerschicht unter den Reptilien die Typhlopiden, Oligodontiden, Homalopsiden, Dryiophiden, Amblycephaliden, unter den Süsswasserfischen die Salmoniden. Dagegen haben die Perciden und Cyprinodontiden die Insel ebensowenig erreicht wie der Tiger. Fällt demnach die Isolierung Formosas frühestens in die obere Pliozänzeit, so kann Hainan erst im Diluvium zur Insel geworden sein. Seit dieser Zeit müssen aber die Verhältnisse auf dem Festland sich geändert haben, da die Tiere Formosas am nächsten verwandt denen des Himalayagebietes sind[1]). Die Andamanen, die ebenfalls an Hinterindien sich anschliessen, scheinen keine einheimischen Säugetiere zu besitzen. Es finden sich hier Muriden, Sus und Paradoxurus. Die ersten beiden könnten das Meer besonders bei einer einst grösseren Ausdehnung der Inseln überschritten haben, während dies bei Paradoxurus nicht so leicht anzunehmen ist. Immerhin müssen wir beachten, dass auch im malaiischen Archipel Paradoxurus bis Timor vorgedrungen ist. Mindestens muss die trennende Meeresstrasse sehr schmal gewesen sein. Wallace glaubt, dass die Tiere durch den Menschen eingeführt seien. Auch Reptilien und Amphibien fehlen den Inseln nicht. Immerhin ist die Fauna nicht derart, dass wir eine Landverbindung während der jüngeren Tertiärzeit annehmen könnten, da sonst mehr Säugetiere auf den Inseln gefunden werden müssten, nicht nur solche, die noch am ersten zu transmariner Verbreitung befähigt erscheinen. Die Reptilien- und Amphibienfauna lässt sich aber auch nicht durch eine alttertiäre Landverbindung erklären,

---

1) Wallace, I. l. S. 404.

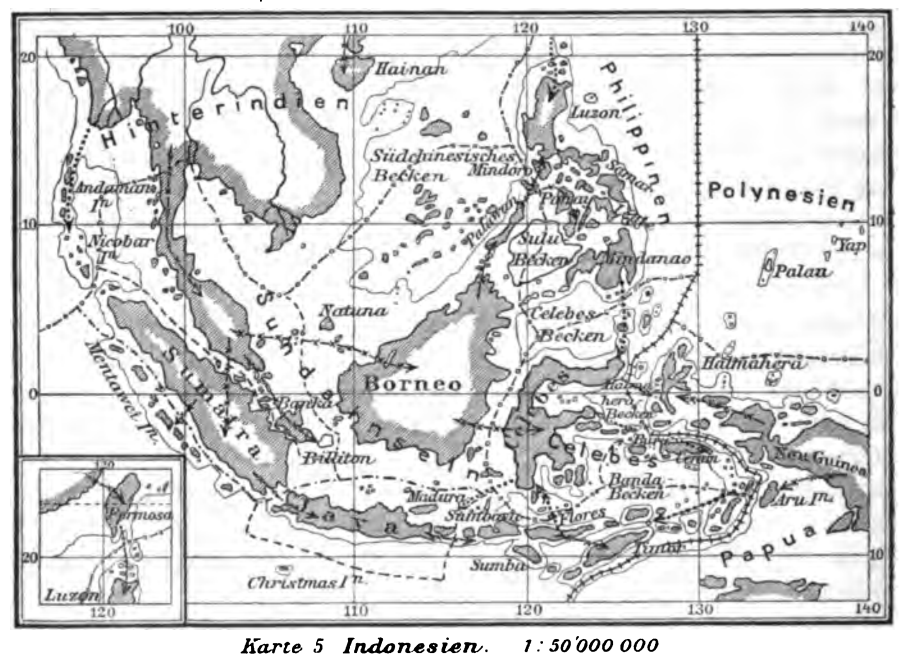
da auch Schlangen auf den Inseln vorkommen, die nach unserer Annahme alle frühestens im Miozän die Region erreicht haben. Wir sehen uns also genötigt, hier an eine Verbreitung durch Flösse zu denken, und fühlen uns dazu um so eher berechtigt, als die Inseln vor der Mündung des aus waldreichem Gebiete kommenden Irawadi gelegen sind, der besonders zur Zeit seines mächtig anschwellenden Hochwassers Material für solche Flösse liefern muss. Aus diesem Grunde finden wir auch auf den Andamanen hinterindische Formen, die nach Süden, nach den Nikobaren zu immer spärlicher werden. Wir nehmen also an, dass der Andamanen-Nikobarenteil des grossen birmanischen Gebirgsbogens in mitteltertiärer Zeit eine grosse Insel bildete, deren Nordspitze bei Gross Coco lag und nur durch eine schmale Meeresstrasse von dem auch weiter südwärts vielleicht bis zur Preparis-Insel reichenden birmanischen Bergland getrennt war. Der in die östlich von der Insel gelegene grosse Meeresbucht mündende Irawadi musste dann den Übergang von Tieren erleichtern, die auf Flössen verbreitet werden konnten, also besonders von Waldtieren. Später trat dann in diesen Gebieten eine Senkung ein, die bei den Andamanen jetzt noch andauert, und so löste sich die ursprünglich einheitliche Insel in einen Archipel auf.

Die indomalaiische Subregion von Wallace zerlegen wir in zwei Unterregionen. Die erste umfasst die Halbinsel Malakka, Sumatra, Java, Borneo und die unmittelbar daran sich anschliessenden Inseln, wie z. B. Bali und Palawan. Daran schliessen sich auch die kleinen Sundainseln unmittelbar an. Wir bezeichnen die Unterregion deshalb als die der Sundainseln[1]). Sie zerfällt in zwei Provinzen, von denen die erste durch Malakka, Sumatra und Borneo gebildet wird. Diese drei Gebiete zeigen vielfache Übereinstimmungen, die bis zur Identität der Arten gehen, ein Beweis dafür, dass sie noch in jüngster Zeit in Verbindung gestanden haben müssen. So ist die Abteilung charakterisiert durch das Vorkommen von Erinaceiden, Tapiriden und Osteoglossiden. Folgende Säugetierarten sind auf die Abteilung beschränkt, ohne in einem der drei Gebiete endemisch zu sein: Pithecus satyrus, Hylobates siamanga, Gymnura Rafflesi, Hylomys suilla, Tupaja tana; Felis planiceps, Paradoxurus leucomystax, Hemigale Hardwickei, Cynogale Bennetti, Herpestes brachyurus, Herpestes semitorquatus, Mustela nudipes; Sciuropterus pulverulentus, Sciuropterus setosus, Pteromys nitidus, Sciurus hippurus, Sciurus laticaudatus, Nannosciurus exilis, Mus infraluteus, Mus Muelleri, Hystrix Muelleri; Tapirus indicus. An Gattungen sind zu nennen als in der Provinz endemisch Pithecus, Nasalis; Hemigale, Cynogale, Barangia; Gymnura, Hylomys, Ptilocercus; Rithrosciurus, Trichys; Tapirus; von Vögeln die Timaliiden Turdinus, Trichixos, der Cinclide Eupetes, der Pycnonotide Setornis, die Muscicapide Schwaneria, der Corvide Pityriasis,

---

[1]) Vergl. hierzu Weber, der indoaustralische Archipel u. d. Gesch. s. Tierwelt. Verh. d. Ges. d. Naturf. u. Ärzte. 1903.

die Eurylämiden Corydon und Calyptomena, der Picide Reinwardtipicus, die Megalämiden Psilopogon und Caloramphus, die Bucerotiden Berenicornis und Rhinoplax, die Cuculiden Carpococcyx, Poliococcyx, Rhinortha, der Aquilide Machaerhamphus. Dazu kommen noch zahlreiche Gattungen, die nur wenig über die Abteilung hinausgehen. Da Halbaffen und Edentaten alle drei Gebiete erreicht haben, wo von den ersten zwei spezielle Familien, die Tarsiiden und Galeopitheciden, sich differenzieren konnten, so müssen die Inseln während der oberen Pliozänzeit noch mit dem Festlande verbunden gewesen sein. Auch alle Schlangenfamilien der Ma-



Karte 5 Indonesien. 1 : 50'000 000

—— 1000 m. Isobathe. +++++ Grenzen von Regionen. –×–×→ Hauptwanderungslinien.
–•–•– Grenzen von Unterregionen. ••••••→ dieselben transmarin.
- - - - Grenzen von Provinzen.

nidenabteilung haben Borneo und Sumatra erreicht. Die Abtrennung ist aber vor dem Auftreten des Tigers erfolgt, der auf Borneo fehlt und nach Sumatra durch Schwimmen über die Strasse von Singapore gelangt ist. Die Inseln Borneo und Sumatra sind also etwa vom gleichen Alter wie Ceylon und Formosa. Borneo, das noch mehr eigentümliche Formen besitzt, nach Lydekker vier endemische Säugetiergattungen, während Sumatra nur eine, den Musteliden Barangia, aufzuweisen hat, ist jedenfalls etwas früher isoliert worden als Sumatra, und noch nach diesem haben Banka und Billiton sich abgetrennt, die in ihrer Tierwelt in Einzelheiten von den grossen Inseln abweichen, zwischen denen sie liegen, und sich mehr Malakka annähern[1]). Nach Wallaces Ansicht

[1]) Wallace, I. L. S. 386.

ist die Abtrennung erst ins Diluvium zu setzen und dies ist recht wohl möglich, wenn wir annehmen, dass der Tiger erst in dieser Zeit Indien erreicht hat. Von Borneo löste sich sehr bald die Insel Palawan, die allein 6 Säugetierarten aufzuweisen hat, die auf Borneo fehlen, darunter 4 endemisch, je einen *Sciuropterus, *Sciurus, *Hystrix, Bos, *Tragulus und Manis. Von Sumatra wesentlich verschieden sind die westlich von ihm gelegenen Inseln, die der zweiten Provinz zuzurechnen sind, deren Kern die Insel Java bildet. Auch auf dieser finden sich Galeopitheciden und Maniden. Auch sie muss bis zum oberen Pliozän mindestens über Sumatra mit dem Festlande in Verbindung gestanden haben, ja diese Verbindung reichte vielleicht bis in die Diluvialzeit, wie Wallace dies vermutet. Um die eigentümliche Tatsache zu erklären, dass indische Formen in Java sich finden, die auf Sumatra fehlen, wie z. B. Rhinoceros sondaicus, Bos banteng, die meist an die alte Siwalikfauna sich anschliessen, nimmt Wallace[1]) an, dass diese, unter denen er besonders Vögel im Auge hat, durch eine mit der nordischen Eiszeit gleichzeitige Temperaturerniedrigung äquatorwärts getrieben worden wären. Während sie im Süden sich aufhielten, wurde Java isoliert und bei steigender Temperatur mussten die Einwanderer in Java verbleiben, während sie aus Sumatra sich wieder zurückzogen.

Diese Erklärung ist die einfachste, die sich zurzeit geben lässt, und deckt sich recht gut mit dem, was wir bei Vorderindien bemerkt haben. Für eine frühere Trennung von Java spricht jedenfalls, dass hier eine Reihe jüngerer Formen fehlt, die auf den beiden anderen grossen Inseln sich finden. Herausgreifen möchte ich aus diesen den Pithecus satyrus, der einen quartären Seitenzweig der Hylobatiden darstellt. Wäre Java nicht vor Sumatra abgetrennt, so wäre die Verbreitung dieses Primaten schwer zu erklären. Die Mentawei-Inseln scheinen früher ein selbständiges Landgebiet gebildet zu haben, das vielleicht mit den Nikobaren zusammenhing. Von den 11 Landsäugetierarten der Insel Sipora sind 6 endemisch, 2 weitverbreitet, 1 findet sich auf Java, 1 auf Banka, 1 im nördlichen Borneo. Keine Art hat die Insel ausschliesslich mit Sumatra gemein. Wir brauchen deshalb noch nicht mit Thomas[2]) den Schluss zu ziehen, dass diese Inseln nie direkt mit Sumatra und Malakka zusammengehangen hätten, sondern eine selbständige, langgestreckte Halbinsel bildeten. Dagegen spricht die Säugetierwelt der Andamanen. Wir werden vielmehr hier dieselbe Erklärung anwenden können wie bei Java. Die Inseln trennten sich in einer Zeit von Sumatra, als nordindische Formen durch die Abkühlung südwärts getrieben waren, die nun nicht wieder nordwärts wandern konnten, während ihre Verwandten aus Sumatra verschwanden. Von Säugetierfamilien finden sich hier Semnopitheciden, Cynopitheciden, Viverriden, Tupajiden, Sciu-

---

[1]) Wallace, I. L. S. 385.

[2]) Zitiert nach Lydekker, G. H. M. D. A. S. 410—411.

riden und Muriden. Bemerkenswert ist das vollständige Fehlen von Tieren der Manidenabteilung, doch können wir trotzdem nicht annehmen, dass die Inseln sich schon in der Mitte des Pliozän abgetrennt hätten, da sonst die Übereinstimmung der Arten schwer erklärlich wäre. Auch die Christmasinsel muss früher von grösserer Ausdehnung gewesen und von Java leichter zu erreichen gewesen sein als jetzt, da diese etwa 350 km von Java entfernte und durch Tiefen von über 4000 m von ihr getrennte Insel ausser zwei Muriden auch eine in der orientalischen Region weitverbreitete Crocidura besitzt. Da es sich hier nur um Tiere der Microfauna handelt, so ist eine transmarine Ausbreitung über eine nicht zu breite Meeresstrasse das wahrscheinlichste. Diese Ausbreitung mag etwa im oberen Miozän oder unteren Pliozän stattgefunden haben. Wir kommen nun zu den kleinen Sundainseln, deren Entstehung nicht vor die Miozänzeit zu setzen ist. Ihre Fauna ist eine ärmliche, und dies erklärt sich daraus, dass sie nur kurze Zeit von Java her asiatische Formen erhalten konnten. Von Landsäugetieren finden sich auf ihnen Cynopitheciden, Feliden, Viverriden, Soriciden, Hystriciden, Muriden und Suiden als Vertreter der indischen, die Phalangistiden als Vertreter der australischen Fauna, letztere aber nur auf Timor. Von den indischen Familien gehört keine der Tigerschicht an, infolgedessen muss die Trennung der kleinen Sundainseln von Java bereits vor der Mitte der Pliozänzeit erfolgt sein, zuerst vielleicht an der Lombokstrasse und ungefähr gleichzeitig ist jedenfalls auch Timor isoliert worden, da sonst die Phalangistiden sich weiter ausgebreitet haben würden. Unter den Reptilien sind dagegen auch Glieder der jüngsten Schicht zu den kleinen Sundainseln und weiter gelangt und es bleibt uns keine andere Annahme übrig als die transmarine Ausbreitung, die auch den Phalanger nach Timor gebracht haben dürfte. In der Säugetierwelt überwiegt also bei weitem das orientalische Element, bei den Vögeln halten beide Elemente sich annähernd das Gleichgewicht. In der Hauptsache kam nur die Miozänzeit, vielleicht sogar nur ein Teil von ihr für die Besiedelung der Inseln mit indischen Säugetieren in Betracht und so erklärt es sich, dass so viele Säugetierfamilien, auch der Sivatherienschicht, an der Lombokstrasse Halt machen. Der Zerfall des Gebietes in einzelne Inseln durch Querbrüche hat dann jedenfalls im Laufe der Pliozänzeit stattgefunden. Die sundanesische Unterregion zeigt Beziehungen zu den Philippinen und zu Celebes. So müssen wir die Oligodontiden Borneos als philippinisches Element ansehen. Diese ursprünglich australische Familie ist über Celebes nach den Philippinen gelangt und hat von hier einerseits nach Borneo, andererseits über Formosa nach Japan und Hinterindien sich ausgebreitet. In umgekehrter Richtung scheint die Verbreitung der Dryiophiden vor sich gegangen zu sein, die von Celebes schliesslich nach Java gelangt sind, während sie auf Malakka, Sumatra und Borneo fehlen. Übrigens handelt es sich in dem letzten Falle nur um eine einzige Gattung, so dass eine transmarine Ausbreitung mit darauf fol-

gender Differenzierung recht wohl denkbar ist. Die Verbreitung der Amblycephaliden dagegen dürfte sich durch die Annahme erklären, dass die Gattung Pareas, die Java und Borneo gemeinsam ist, in Sumatra früher ebenfalls heimisch war, aber verschwand wie eine Reihe von Säugetieren. Auf diese Beziehungen soll später noch einmal eingegangen werden. Wir stellen jetzt nur noch einmal übersichtlich die Hauptdaten der Entwickelung der sudanesischen Unterregion zusammen, wie sie im vorhergehenden, zum Teil auch schon bei Australien erwähnt wurden:

Mesozoische Zeit: Bestehen einer Landbrücke zwischen Indien und Australien.

Kreide: Verschwinden der Landbrücke.

Eozän und Oligozän; Archipel in der Gegend der grossen Sundainseln.

Miozän: Festland umfasst die ganze Unterregion.

Unter-Pliozän: Abtrennung der kleinen Sundainseln bei der Lombokstrasse.
Abtrennung von Timor.

Ober-Pliozän: Zerfall der kleinen Sundainseln.

Diluvium: Abtrennung der Mentawei-Inseln.
Abtrennung von Java.
Abtrennung von Borneo.
Palawan wird selbständig.
Abtrennung von Sumatra.
Abtrennung von Billiton.
Abtrennung von Banka.

Wir kommen nun zur fünften Unterregion, der der Philippinen, die ihrer Molluskenfauna nach von den Sundainseln abzutrennen sind, die aber auch in ihrer höheren Tierfauna sich von ihnen unterscheiden. Zumeist sind es negative Eigenschaften, die die Unterregion auszeichnen. Folgende sundanesische Familien fehlen auf den Philippinen, die in Klammern gesetzten fehlen auch auf Borneo: die Anthropomorphiden, Semnopitheciden, Lemuriden; Erinaceiden, Tupajiden; Hystriciden; Boviden, (Antilopiden), Traguliden, Elephantiden, Tapiriden, Rhinocerotiden, Maniden; die (Cincliden), Phyllornithiden, Eurylämiden, Podargiden; die Crocodiliden; Tortriciden, Xenopeltiden, Acrochordiden, Viperiden; die Pelobatiden; Cäciliiden; die Mastacembeliden, Luciocephaliden; Cyprinodontiden, Osteoglossiden, Symbranchiden, Notopteriden; die Geotrupiden. Wenigstens relativ endemisch sind dafür die beiden Schlangenfamilien der Uropeltiden und Scytaliden. Das Fehlen so vieler malaiischer Familien lässt darauf schliessen, dass die Philippinen ziemlich früh von dem Festlande getrennt worden sind und vorher nicht allzulange mit ihm in Verbindung standen. Die Abtrennung muss im Pliozän erfolgt sein, da

noch Typen der Manidenabteilung wie die Tarsiiden und Galeopitheciden wenigstens einen Teil der Philippinen erreicht haben. Unter den Säugetieren besitzen die Philippinen 6, vielleicht sogar 7, endemische Muridengattungen. Die nicht endemischen Säugetierarten finden sich bis auf eine Ausnahme auch auf Borneo, wir können daher annehmen, dass die Säugetierfauna hauptsächlich von dieser Insel über Palawan nach den Philippinen gekommen ist. Die 9 endemischen Muridenarten der Berge von Luzon scheinen ein besonders altes Faunenelement zu repräsentieren, das aus dem Tieflande verdrängt worden ist. Eine der hierher gehörenden Gattungen besitzt auch eine australische Art, und überhaupt sind die australischen Muriden mit denen von Luzon nahe verwandt. Während die anderen Tiere der Siwalikfauna sich herleiten und über Borneo im Pliozän in die Unterregion gekommen sind, scheinen diese Muriden schon im Miozän hierher gelangt zu sein, vielleicht transmarin durch Vermittelung von Formosa. Diese Annahme würde besonders viel für sich haben, wenn wir einen nordamerikanischen Ursprung der Muriden annehmen. Dann mussten die Tiere bei ihrer Ausbreitung nach Indien ja auch in China bereits im Miozän sich ansiedeln und bei ihrer grossen Befähigung zu transmariner Ausbreitung die gegenüberliegenden Inseln erreichen. Von den Philippinen sind sie dann über Celebes und die Molukken in die australische Region gelangt. In Landverbindung brauchen deshalb die Philippinen mit Celebes nicht gestanden zu haben, denn das einzige Säugetier, das beide Gebiete miteinander gemein haben, ist ebenfalls zu transmariner Ausbreitung befähigt, es ist das Sus celebensis. Die Verwandtschaft von Bos mindorensis mit dem Anoa besagt nichts, da nahe Verwandte des letzteren in den Siwalikschichten vorkommen. Wir müssen daher annehmen, dass diese beiden Boviden von Borneo aus ihre jetzigen Wohngebiete erreicht haben, wenn nicht B. mindorensis nur eine Kreuzung ist, wie man vielfach angenommen hat. Wir können also in der philippinischen Säugetierwelt zwei Abteilungen unterscheiden: miozäne Einwanderer über Formosa und pliozäne über Borneo, in geringem Masse auch über Celebes. Wie schon erwähnt, hat die Verbindung mit Borneo wahrscheinlich nur kurze Zeit gedauert, vielleicht nur einen Teil der Pliozänzeit hindurch. Ihre Lösung muss aber etwas später erfolgt sein, als die Abtrennung der kleinen Sundainseln von Java. Der Zerfall des Gebietes in einzelne Inseln hat ungefähr gleichzeitig stattgefunden. Es konnten nun nur noch zu transmariner Verbreitung befähigte Tiere die Inseln erreichen und zwar geschah dies von Celebes, Borneo und Formosa aus. Wir haben schon oben die Oligodontiden und Dryiophiden erwähnt, die Beispiele für diese Wanderungen darstellen.

Die sechste Unterregion bildet endlich Celebes einschliesslich der zur orientalischen Region gerechneten Molukken. Hier ist die orientalische Fauna noch mehr verarmt als auf den Philippinen. Über ihre Herkunft ist schon sehr viel gestritten worden. Die Vettern Sarasin

haben nachgewiesen [1]), dass Celebes mit Borneo nur solche Formen gemein hat, die auch auf Java, Sumatra und den Philippinen vorkommen, und schliessen daraus, dass die Mangkassarstrasse Borneo und Celebes seit der Miozänzeit trennte, also seit dem Bestehen von Celebes, und dass letzteres seine orientalischen Tierformen von den Philippinen und von Java erhalten habe. Dieser Schluss scheint mir nicht zwingend zu sein. Die Übereinstimmung mit den Philippinen z. B. erklärt sich auch durch die Annahme, dass diese Inseln ungefähr in derselben Zeit von Borneo sich lösten wie Celebes. Wir sahen auch schon oben, dass die Säugetierwelt der Philippinen eine Landverbindung mit Celebes nicht fordert. Weiter zeigt auch die Molluskenfauna von Celebes Beziehungen zu Borneo. So zieht Kobelt einen Teil von Celebes zum sundanesischen Reich. Andererseits zeigt nach ihm die Molluskenwelt des Kinabalu Verwandtschaft zu der der Minahassa, die einen wahrscheinlich einst selbständigen Teil von Celebes repräsentiert. Aus diesen Gründen nehmen wir doch eine alte Verbindung von Celebes mit Borneo an und sehen diese Brücke als das Hauptzugangsgebiet zu Celebes an, über das alle Tiere nach Celebes gekommen sind, die die Vettern Sarasin als javanischen bezw. philippinischen Ursprungs ansehen. Dagegen mag eine Verbindung zwischen Celebes und Flores über Saleyer wenigstens eine kurze Zeit bestanden haben. Wir geben im folgenden die Prozentzahlen der Celebes-Fauna, die auf die Borneobrücke entfallen unter Benutzung der Sarasinschen Werte und zwar einmal den Prozentsatz von allen einheimischen Formen berechnet und dann von den Formen, deren Herkunft sich feststellen lässt. Es entfallen dann nach Sarasin auf die Philippinen- und die Javabrücke, nach unserer Ansicht also auf die Borneobrücke

bei den Mollusken	44,7 %	von der ganzen,	64,1 %	von der verteilb. Fauna.
bei den Reptilien u. Amphibien	64,4 %	„ „ „	78,1 %	„ „ „ „
bei den Vögeln	41,6 %	„ „ „	58,4 %	„ „ „ „

Es folgt also daraus, dass die orientalischen Formen bei diesen Klassen weit überwiegen, so dass die Zuteilung der Insel zur orientalischen Region gerechtfertigt ist. Unter den Landsäugetieren sind auf Celebes vertreten die Cynopitheciden, Tarsiiden; Viverriden; Muriden, Sciuriden; Boviden, Cerviden, Suiden; Phalangistiden. Mit Ausnahme der letzten sind dies alles orientalische Typen. Isoliert stehen jetzt Cynopithecus, Anoa und Babirusa. Es wurde schon erwähnt, dass Anoa Verwandte in den Siwalikschichten besitzt. Die beiden anderen Gattungen ähneln am meisten den afrikanischen Cynocephalus und Phacochoerus. Die erste dieser beiden Gattungen gehört ebenfalls den Siwalikschichten an, und die zweite leitet sich von der hier häufig vorkommenden Gattung Sus ab. Diese isolierten Gattungen müssen also

[1]) P. und F. Sarasin, Geol. Gesch. der Insel Celebes auf Grund der Tierverbreitung.

auch als orientalisch angesehen werden, und wir erhalten darnach unter den Landsäugetieren 88,9% Formen, die wir über die Bornéobrücke uns eingewandert denken müssen. Es bedarf nur noch der ungefähren Feststellung der Zeit, in der die Verbindung zwischen Borneo und Celebes gelöst wurde. Das Vorkommen von Tarsius führt uns zu der Annahme, dass die Trennung frühestens im jüngeren Pliozän stattgefunden haben könne, doch da nur eine einzige Art die Manidenabteilung der Säugetiere vertritt, die noch dazu ein Waldtier ist, so kann auch die transmarine Ausbreitung durch Flösse in Betracht kommen. Dafür spricht, dass der Tarsius fuscus von Celebes eine endemische Art ist. Für eine frühere Trennung der Insel spricht weiter die Ausbildung so charakteristischer selbständiger Gattungen. Wir kommen daher zu dem Schlusse, dass die Abtrennung von Celebes etwas früher erfolgt sei, als die der Philippinen, die mehr Formen der Manidenschicht aufzuweisen haben. Jedenfalls war aber die Mangkassarstrasse die ganze Pliozänzeit hindurch ziemlich schmal. Die Trennung muss in der älteren Pliozänzeit erfolgt sein, da noch Tiere der Siwalikfauna die Insel erreichten, jedenfalls ist die Verbindung aber niemals sehr breit gewesen, so dass sie nicht leicht gangbar war. In unserer früher angegebenen Zeittafel müssten wir die Abtrennung von Celebes vor die der kleinen Sundainseln setzen. Ob die Floresbrücke wirklich landfest gewesen ist, lässt sich aus der Säugetierverbreitung nicht entscheiden. Diese spricht eher dagegen, da die charakteristischen Tiere von Celebes auf den kleinen Sundainseln fehlen. Vielleicht haben wir es hier nur mit einer grossen Annäherung zu tun, die die Überschreitung eines schmalen Meeresarmes nötig machte. Dann erklärt sich auch der niedrige Prozentsatz, der nach Sarasinscher Annahme auf die Floresbrücke entfällt. Diese Annäherung mag in jüngster Zeit, mindestens in der späteren Pliozänzeit, vielleicht auch noch im Diluvium bestanden haben, da die zur Manidenabteilung gehörenden Dryiophiden vermutlich dadurch von Celebes nach Java gelangen konnten. Es bleibt nun noch die dritte, die Molukkenbrücke, die ebenfalls nicht landfest gewesen sein dürfte oder doch nur teilweise und auf kurze Zeit. Durch ihre Vermittlung sind die Phalangistiden nach Celebes gelangt, und auf ihr haben auch einzelne orientalische Formen nach Osten sich ausgebreitet, so der Babirusa nach Buru. Auch hier scheint mir die transmarine Verbreitung wahrscheinlich, da es sich um einen Suiden handelt. Doch war das Land in pliozäner Zeit sicher ausgedehnter als jetzt, so dass der orientalisch-australische Faunenaustausch erleichtert wurde. Von den Molukken ist schon im Anschlusse an die australische Region zur Genüge geredet worden (S. 72).

cc) Überblick über die Mesogäa.

§ 90. **Jüngste Geschichte der Mesogäa.** Wir haben schon mehrfach erwähnt, dass wir von einer Mesogäa erst seit der Pliozän-

zeit reden können. Immerhin können wir bei den in Betracht kommenden Regionen eine gewisse Ähnlichkeit nicht verkennen, wie die folgende Zusammenstellung beweist:

	Afrika:	Indien:
Mesozoische Tierwelt.	Tritylodontidenschicht.	Allotherienschicht.
Alttertiäre Tierwelt.	Hyracoidenschicht.	Pteropidenschicht.
Mitteltertiäre Tierwelt.	Viverridenschicht.	Sivatherienschicht.
Jungtertiäre Tierwelt.	Antilopidenschicht.	Tigerschicht.

Die Parallele stimmt im ersten Gliede genau, weil damals Südindien noch einen Teil der Paläogäa bildete. In den nächsten Gliedern dagegen ist der Parallelismus ein sehr unvollkommener, selbst zeitlich, in noch höherem Grade sachlich, indem während des grössten Teiles der Tertiärzeit Afrika paläogäisch, Indien känogäisch war. Während der Pliozänzeit aber bildeten beide Länder nur eine einzige Region, in der eine Fauna ähnlich der westafrikanischen und malaiischen vorgeherrscht haben mag. Gegen Ende der Pliozänzeit wurden beide Regionen voneinander getrennt, und die Ausbildung von Savannengebieten gestattete nun z. B. in Afrika erst die weitgehende Differenzierung der Antilopiden. Diese Sonderentwicklung, die beide Regionen durchmachten, sowie das Aussterben früher gemeinsamer Formen in Indien liess schliesslich einen immer schärfer werdenden Unterschied zwischen beiden sich ausbilden, der ihre Trennung rechtfertigt. Eine Zusammenstellung der mesogäischen Tierwelt erübrigt sich, denn in der alttertiären Zeit gab es sie noch nicht, und in der jungtertiären wird sie am besten durch die Sivatherien- und die Antilopidenschicht repräsentiert. Ausserdem ist ja auch auf Afrika schon bei der zusammenfassenden Besprechung der Paläogäa Rücksicht genommen worden.

c) Känogäisches Reich.

aa) Holarktische Region.

§ 91. **Einheitlichkeit der Region.** Der beträchtliche Rest der erforschten festen Erdoberfläche, den wir noch nicht besprochen haben, ganz Europa, fast ganz Nordamerika, den grössten Teil von Asien und ein Stück von Afrika umfassend, sehen wir als eine einheitliche Region an. Die Auffassung dieses Gebietes ist einer der umstrittensten Punkte der Tiergeographie. Während die einen mit Wallace in meridionaler Richtung eine Grenzlinie ziehen und eine paläarktische und nearktische Region anerkennen, versuchen es andere mit einer äquatorial verlaufenden Grenze und nehmen neben einer borealen holarktischen oder aquilonianischen Region eine mediterrane und sonorische an. Schon die Anwendung zweier derart sich gegenüberstehenden Einteilungsarten verrät, dass eine scharfe Grenze nicht vorhanden sein kann. Die sonorische und die mediterrane Fauna gehen unmerklich in die boreale über, und die

paläarktische und die nearktische werden einander immer ähnlicher, je weiter wir nordwärts gehen, um zuletzt zu fast vollkommener Identität zu gelangen. Aus diesem Grunde müssen wir das ganze Gebiet als Einheit fassen und dürfen uns nicht dadurch irre machen lassen, dass weit voneinander getrennte Gebiete der Region grosse faunistische Unterschiede aufweisen. Immer können wir durch allmähliche und langsame Übergänge von einem Extrem zum andern gelangen. Bezeichnend ist in dieser Hinsicht das Verhalten der Mollusken. Diese stimmen in dem ganzen Gebiete so sehr überein, dass Kobelt, der die neotropische Region in 8, die australische in 6 Regionen zerlegt, hier nur 5 annimmt. Davon wird eine durch die atlantischen Inseln vor dem Ausgange des Mittelmeeres, eine zweite durch das Hochland von Innerasien, eine dritte durch Japan, die vierte durch die Union gebildet. Dies scheint für eine äquatoriale Einteilung zu sprechen, aber einmal gehören die Mittelmeerländer zur holarktischen Region und dann sind die in der alten Welt abgetrennten Gebiete entweder insular oder hochgebirgig, müssen also aus diesem Grunde eine eigenartige Fauna zeigen. Nur bei der Union fällt dieser Grund weg. Dafür verwischen sich aber hier die Grenzen bei den höheren Tieren so vollkommen, dass das Ziehen einer auch nur einigermassen treffenden Grenze zur Unmöglichkeit wird. Halten wir somit an der Einheit der ganzen holarktischen Region im weitesten Umfange fest, so müssen wir doch in ihr grössere Hauptabteilungen annehmen, deren Wechselwirkung wir zu untersuchen haben. Als solche stellen sich das paläarktische und das nearktische Gebiet uns dar, die in jüngster Zeit selbständige Entwicklungszentren für die höhere Lebewelt geworden sind, was man von den subtropischen Gebieten nicht behaupten kann. Von beiden trennen wir die arktischen Gebiete ab und fassen sie zu einem borealen Gebiete zusammen, über dessen Entwicklung wir allerdings nicht allzuviel sagen können. Es scheint immer gewissermassen die Rolle einer neutralen Zone gespielt zu haben.

§ 92. Lebewelt der Region. Wenn wir nun zur Lebewelt der Region übergehen, so ist die Verteilung der Familien auf einzelne Schichten ziemlich einfach, soweit es sich um die Wechselwirkung mit anderen Regionen handelt, denn diese folgt ja ohne weiteres aus dem bei den früher besprochenen Regionen Gesagten. Wir können uns deshalb in der Hauptsache auf die Zusammenstellung der einzelnen Familien beschränken. Bemerkt werden muss noch, dass wir die orientalische Region in dieser Beziehung nur als Durchgangsgebiet ansehen können, durch das australische Formen die holarktische Region erreichen konnten. Wir werden also in der jetzigen holarktischen Fauna einheimische, neotropische, äthiopische und australische Elemente zu unterscheiden haben. Mit dieser Sonderung ist aber unsere Aufgabe noch nicht erschöpft. Vielmehr müssen wir dann noch die Wanderungen der Tiere zwischen den beiden Hauptabschnitten der Region zu verfolgen suchen, und hier ist dann auch die orientalische Region zu berücksichtigen. Selbstver-

ständlich werden wir diese Erörterungen in der Hauptsache auf die höheren Tiere beschränken müssen, deren historische Entwicklung wir an der Hand paläontologischer Funde verfolgen können. Nach unseren Folgerungen aus der Tierwelt der südlichen Kontinente hat die holarktische Region in der Kreide und vielleicht noch im Eozän mit Südamerika, an der Grenze zwischen Oligozän und Miozän mit Afrika und seit dem Pliozän mit allen drei Süderdteilen in Wechselverkehr gestanden. Wir werden darnach vier Schichten in der holarktischen Tierwelt erwarten können. Die erste umfasst Tiere, die seit der mesozoischen Zeit in der Region heimisch sind, d. h. ehe die Verbindung mit Südamerika eintrat. Hierher gehören die meisten höheren Tiere der Region, so auch die meisten **Säugetiere,** wenigstens die Placentalier, die ihre Entwicklung in der alten Känogäa genommen haben. Wir bezeichnen diese Schicht nach einem der ältesten holarktischen Säugetiere als Microlestes-schicht. Auf ihre spezielle Gliederung soll später eingegangen werden. Die zweite Schicht bilden die paläogäischen Formen, die in der jüngsten Kreidezeit von Südamerika nach Nordamerika gelangten. Wir bezeichnen sie nach der einzigen in Betracht kommenden Familie als Didelphyidenschicht. Die Gattung Didelphys ist seit dem oberen Eozän in Nordamerika bekannt, von wo sie bis zum Oligozän auch nach Europa gelangt war. Grösser war die Bereicherung, die die holarktische Region zwischen Oligozän und Miozän erfuhr. Diese Schicht bezeichnen wir als Hystricidenschicht. Während die Didelphyidenschicht zunächst nur das nearktische Gebiet erreichte, kam die Hystriciden-einwanderung in erster Linie dem paläarktischen zu gute. Es gehören hierher die Hystriciden selbst, indem die Gattung Hystrix im oberen Miozän von Europa erscheint und bald in den dortigen Ablagerungen ziemlich häufig wird, während wir aus früherer Zeit keine Hystricomorphen in der holarktischen Region kennen. Schon früher wurde erwähnt, dass wir der gleichen Schicht die Dinotheriden und Elephantiden zurechnen müssen, die ebenfalls im oberen Miozän unvermittelt erscheinen und zwar ziemlich häufig. Die beiden Gattungen Dinotherium und Mastodon sind beide sofort in mehreren Arten vertreten. Endlich sind jedenfalls auch die Macroscelididen des Atlasgebietes damals in ihre jetzigen Wohnsitze gelangt; doch wäre bei diesen auch eine spätere Einwanderung nicht vollkommen ausgeschlossen. Auch die Manatiden sind hier anzuschliessen. Den pliozänen Zuwachs endlich bezeichnen wir nach einer charakteristischen Gattung desselben als Megalonyx-schicht. Damit ist schon angedeutet, dass jetzt wieder der nearktische Teil besonders günstig wegkommt. Die meisten Familien dieser Schicht sind aus Südamerika nach Nordamerika gewandert. Es sind dies Noctilioniden, Phyllostomiden, hystricomorphe Nager und Edentaten. Diese Tiere erscheinen mit Ausnahme der Chiropteren alle in den Equus- bez. Megalonyx-beds, die mit der Pampasformation Argentiniens gleichzeitig, an der Grenze der Pliozän- und Diluvialzeit sich befinden. Spärlicher

sind die Einwanderer in das paläarktische Gebiet. Die äthiopischen Formen bezeichnen wir als Pelegrinia-Abteilung nach einem Ctenodactyliden, der im oberen Pliozän von Sizilien ziemlich häufig vorkommt. Ausser dieser Familie sind jedenfalls erst damals die Hyraciden in das Mittelmeergebiet gelangt, von denen wir erst seit kurzem fossile Reste kennen. Möglicherweise gehören dieser Abteilung auch die schon erwähnten Macroscelididen an. Australische Säugetiere haben dagegen die holarktische Region nie erreicht. Wir geben nun eine Übersicht über die Säugetierfamilien der holarktischen Region. Der Ursprung in der neotropischen Region wird durch Sa, der in der äthiopischen durch Ae. angegeben. Bei den für die Region oder ganz ausgestorbenen Familien ist die Formation bezeichnet, aus der wir die letzten Reste kennen und zwar durch die bisher angewandten Zeichen. Bei den Tertiärabteilungen bezeichnen die nachgesetzten Zahlen die untere bez. obere Abteilung derselben. Nur beim Eozän sind drei Abteilungen unterschieden. Die Megalonyx-beds sind als oberpliozän angesehen.

Microlestesschicht:	**Didelphyiden-schicht:**	**Hystriciden-schicht:**	**Megalonyx-schicht:**
Primates.			
†Anthropomorphidae Mi_2.			
Semnopithecidae.			
Cynopithecidae.			
—			
†Anaptomorphidae O_1.			
†Pachylemuridae O_2.			
Pinnipedia.			
*Trichechidae.			
Phocidae.			
Otaridae.			
Fissipedia.			
†Machairodontidae D.			
Felidae.			
†Cryptoproctidae Mi_2.			
Hyaenidae.			
Viverridae.			
Mustelidae.			
Procyonidae.			
Ailuridae.			
Ursidae.			
Canidae.			
*†Creodontia Mi_1.			
*†Miacidae O_1.			
*†Hyaenodontidae Mi_1.			
*†Palaeonictidae E_2.			
*†Proviverridae O_1.			
*†Mesonychidae O_1.			
*†Triisodontidae E_1.			
*†Arctocyonidae O_1 ? E_2.			
*†Oxyclaenidae O_1 ? E_1.			

Microlestesschicht:	Didelphyidenschicht:	Hystricidenschicht:	Megalonyxschicht:
	Chiroptera:		
Vespertilionidae.			Noctilionidae Sa. Ae.
Rhinolophidae.			Phyllostomidae Sa.
—			
Pteropidae.			
	Insectivora:		
Erinaceidae.		?Macroscelididae Ae.	
*†Dimylidae Mi_2.			
Soricidae.			
†Tupajidae Mi_1.			
*Myogalidae.			
Talpidae.			
*†Adapisoricidae E_3.			
*†Ictopsidae O_2.			
	Rodentia:		
*Lagomyidae.		Hystricidae Ae.	†Castoroididae Sa. Pl_2.
Leporidae.			†Caviidae Sa. Pl_2.
—			Ctenodactylidae Ae.
Muridae.			Cercolabidae Sa.
Arvicolidae.			—
Cricetidae.			
—			
Geomyidae.			
*Castoridae.			
Sciuridae.			
—			
Dipodidae.			
Myoxidae.			
*Haplodontidae.			
*†Theridomyidae Mi_1.			
*†Pseudosciuridae O_1.			
*†Ischyromyidae E_3.			
Tillodontia.			
*†Stylinodontidae O_1 ?			
*†Tillotheriidae E_3.			
*†Esthonychidae O_1.			
	Ungulata:		
*†Dinoceratidae E_3.		†Elephantidae Ae.	D. Hyracidae Ae.
†Coryphodontidae E_2.		†Dinotheriidae Ae. Pl_1.	—
*†Pantolambdidae E_1.		—	
—			
Bovidae.			
Ovidae.			
Antilopidae.			
Antilocapridae.			
†Sivatheridae Pl_1.			
†Giraffidae Pl_1.			
*†Protoceratidae O_2.			
Cervidae.			
Cervulidae.			

Microlestesschicht:	Didelphyidenschicht:	Hystricidenschicht:	Megalonyxschicht:
Moschidae.			
†Tragulidae Pl_1.			
*†Anoplotheriidae Mi_1.			
Camelidae.			
*†Oreodontidae Pl_1.			
†Hippopotamidae D.			
Suidae.			
†Anthracotheriidae Mi_1.			
*†Pantolestidae E_2.			
—			
*†Chalicotheriidae Pl_1.			
*†Titanotheriidae Pl_1.			
†Rhinoceridae D.			
†Tapiridae Pl_2.			
Equidae.			
—			
*†Pleuraspidotheriidae E_1.			
*†Meniscotheriidae E_2.			
*†Phenacodidae O_1.			
*†Periptychidae E_1.			
		Sirenia:	
†Halicoridae (Neuzeit).		†Manatidae Ae. O.	(†Manatidae Sa: Pl_2.)
†Prorastomidae E,			
Cetacea.			
Balaenidae.			
Balaenopteridae.			
Physeteridae.			
Ziphiidae.			
Delphinidae.			
†Platanistidae Mi_2.			
†Squalodontidae Pl_2.			
†Zeuglodontidae E.			
		Edentata:	
		†Orycteropodidae Ae. Pl_1.	Dasypodidae Sa.
			†Glyptodontidae Sa: Pl_2.
			†Mylodontidae Sa: Pl_2.
			†Megalonychidae Sa: Pl_2.
			†Megatheriidae Sa: Pl_2.
Prodidelphyia.	Polyprotodontia.		
*††Amblotheriidae Kr.	Didelphyidae Sa.		
*††Amphitheriidae Ma.			
*††Triconodontidae Ma.			
Pantotheria.			
*††Dromatheriidae Ma.			
Allotheria.			
*†Polymastodontidae E_1.			
*†Plagiaulacidae E_1.			
*†Bolodontidae E_1.			
††Tritylodontidae K.			

Wie sich erwarten liess, bekommen wir hier einen noch höheren Prozentsatz an nordischen Familien als bei der orientalischen Region. Die Regionen ordnen sich also folgendermassen nach ihrem Prozentsatz an nordischen Familien, wenn wir uns nur auf die Landsäugetiere beschränken:

Australische Region	13 %
Neotropische Region	33 %
Madagassische Region	42 %
Äthiopische Region	67 %
Orientalische Region	80 %
Holarktische Region	83 %.

Dies gibt einen durchschnittlichen Satz von 53 %, der das Übergewicht der Känogäa in der Entwickelungsgeschichte der känozoischen Zeit recht deutlich kennzeichnet. Für die Hauptgebiete sind die Zahlen:

Nearktisches Gebiet	86 %
Paläarktisches Gebiet	91 %.

Der Durchschnitt erhöht sich bei Anwendung dieser Zahlen statt der holarktischen auf 59 %.

Wir wenden uns nun der Besprechung der Wechselbeziehungen des nearktischen und des paläarktischen Gebietes zu. Beide Gebiete zeigen in ihrer ganzen Entwickelung eine grosse Übereinstimmung, doch können sie während der Tertiärzeit nicht mehr in sehr breiter und bequemer Verbindung gestanden haben, da die Übereinstimmung in Gattungen ziemlich gering ist, während viele Familien in beiden Gebieten sich finden. Die Gattungsübereinstimmung ist im Eozän und Oligozän viel grösser als im Miozän, wie die folgende Übersicht zeigt[1]):

Mi_2 = Oberes Miozän:	1	gemeinsame	Gattung	= 3 %	der Gesamtfauna.
Mi_1 = Unteres Miozän:	2	„	Gattungen	= 5 %	
O_2 = Oberes Oligozän:	3	„	„	= 11 %	
O_1 = Unteres Oligozän:	0	„	„	= 0 %	
E_3 = Oberes Eozän:	1	„	Gattung	= 3 %	
E_2 = Mittleres Eozän:	5	„	Gattungen	= 15 %	
E_1 = Unteres Eozän:	2	„	„	= 7 %.	

Die geringen Werte im oberen Eozän und im unteren Oligozän erklären sich daraus, dass bei ersterem Europa, bei letzterem Nordamerika überhaupt nur 9 fossil gefundene Gattungen besitzt. Die Verbindung zwischen Europa und Nordamerika muss also im Miozän viel schwerer zu begehen gewesen sein, als früher. Man erklärt dies am einfachsten durch die Annahme, dass bis zum Oligozän eine direkte Verbindung über den nordatlantischen Ozean bestand, die wir auch aus anderen Gründen voraussetzen müssen. Diese verschwand, dafür fand aber ein Faunenaustausch auf dem weiteren Wege über Asien statt.

---

1) Die Berechnungen stützen sich auf Zittel, Handbuch d. Paläontologie.

Sehr lehrreich ist auch der Vergleich beider Gebiete nach der Anzahl der in den einzelnen Perioden in ihnen lebenden Landsäugetiergattungen. Nach Zittel ergeben sich folgende Werte:

Im nearktischen Gebiet:	Gattungen:			Im paläarktischen Gebiet (Europa):
Jetztzeit	61	<	94	
Diluvium (Champlain-beds.)	7	<	62	(Höhlen, Löss, Torfmoore usw.)
Oberes Pliozän[1] (Equus-, Megalonyx-beds.)	45	<	51	(Levantinische Stufe.)
Unteres Pliozän (Loup Fork-beds.)	30	<	49	(Pontische St., Pikermi.)
Oberes Miozän (Deep River-beds.)	9	<	54	(Sarmatische Stufe.)
Unteres Miozän (John Day-beds)	31	<	42	(Mediterranstufen.)
Oberes Oligozän (White River-beds.)	39	>	17	(Untere Süsswassermolasse.)
Unteres Oligozän (Uinta-beds.)	(9	<	118)	(Pariser Gips, Phosphorit, Bohnerz.)
Oberes Eozän (Bridger-beds.)	54	>	9	(Bartonien.)
Mittleres Eozän (Wahsatch-beds.)	42	>	23	(Londonton, Grobkalk.)
Unteres Eozän (Puerco-beds.)	39	>	15	(Cernays.)
Kreide[2] (Laramie-beds.)	11	>	2	(Wealden.)
Malm (Atlantosaurus-beds.)	12	>	8	(Purbeck.)
Dogger	0	<	4	(Grossoolith.)
Keuper (Rhät)	2	=	2	(Rhät.)

Das Unteroligozän nimmt eine Sonderstellung ein, da wir aus ihm in Europa ungeheuer reiche Fundstätten besitzen, so dass wir aus diesem Horizont mehr europäische Säugetiergattungen kennen, als jetzt in dem ganzen paläarktischen Gebiete leben, und dabei müssen wir doch noch annehmen, dass viele Tiere besonders der Mikrofauna nicht erhalten worden sind. Freilich sind die im Bohnerz gefundenen Gattungen vielleicht nicht alle in diesen Horizont zu rechnen. Wir haben aus diesem Grunde die betreffenden Zahlen eingeklammert. Sehen wir uns nun die übrigen Zahlen an, so ergibt sich für die Zeit seit dem Miozän ein Übergewicht des paläarktischen Gebietes, während vom Malm bis zum Oligozän das nearktische den grösseren Reichtum aufzuweisen hat. Es kann dies nicht allein an günstigeren Erhaltungsbedingungen liegen, wie sie Nordamerika in Eozän durch die grossen im jetzigen Great Basin liegenden Seenbecken bot. Wir müssen aus diesem Grunde bis zum Oligozän das Hauptentwickelungsgebiet der holarktischen Region in Nordamerika sehen, vom Miozän an in Europa, aus dem wir allein reichliches Material an Fossilien besitzen, während Nordasien leider uns noch gar keine wesentlichen Aufschlüsse geboten hat. Wir können darnach annehmen, dass während des Alttertiärs die Wanderungen hauptsächlich von Nordamerika nach Europa, im Jungtertiär von Europa nach Nordamerika erfolgten, d. h. immer von Westen nach Osten, wenn wir

[1]) Die nordamerikanischen Schichten stellen bereits den Übergang zum Diluvium dar.

[2]) Die Parallele ist hier ungenau, da die Laramie-beds dem Senon angehören, während das Wealden für das unterste Neocom eintritt.

an das oben Gesagte uns erinnern. Natürlich hat auch die Wechselwirkung nicht gefehlt. Suchen wir nun die Entwickelung im einzelnen zu verfolgen. Wir haben gesehen, dass der Ursprung der Säugetiere vermutlich in Südafrika liegt. Von hier sind sie bereits im Keuper nach Europa gelangt. Gleichzeitig erscheinen die Pantotherien in Nordamerika, wovon später noch eingehender die Rede sein soll, ebenso wie vom Wechselverkehr beider Gebiete in der mesozoischen Zeit. Aus den Pantotherien entwickelten sich die Prodidelphyier, und aus diesen und zwar wohl aus Amblotheriden bereits in der Kreidezeit die ersten Plazentalier und zwar in Nordamerika, wo allein in der Kreide Amblotherien noch leben, und bereits auch die Plazentalier[1]) durch Tillodontier vertreten sind. Die Plazentalier differenzieren sich sehr rasch, so dass wir im untersten Eozän der Puerco-Schichten bereits Primaten, Creodontier, Tillodontier, Amblypoden und Condylarthren neben den alten Aplacentalen finden. Diese bilden also die ursprüngliche Tertiärfauna von Nordamerika, doch kommen jedenfalls noch Insektivoren, Rodentier und Didelphyiden hinzu, wenn diese auch nicht gerade aus den Puerco-Schichten fossil bekannt sind. Die Gründe dafür sind schon bei Südamerika angegeben worden. Die ursprüngliche Fauna von Europa scheint dagegen nur durch Allotherien vertreten zu sein, während die Prodidelphyier bereits im Malm ausstarben. Bereits bei Beginn der Eozänzeit sind aber nearktische Plazentalier nach Europa gelangt, die wir aus den Schichten von Cernays kennen. Mit Ausnahme der Tillodontier und Amblypoden finden wir hier alle Unterordnungen der Puercoschichten wieder, auch sind hier Insektivoren vertreten, von denen in Nordamerika keine Reste bekannt sind. Wir nehmen also an, dass alle in der Cernaysfauna vertretenen Plazentalierfamilien von Nordamerika nach Europa gelangt sind. Wir verfolgen die wichtigsten Gruppen nun zunächst im Eozän und Oligozän. Unter den Primaten entwickeln die Prosimier in beiden Gebieten sich weiter. Unter den fossil später erscheinenden, aber systematisch einfacher organisierten Pachylemuriden sind zwei Gattungen beiden Gebieten gemeinsam, es hat also offenbar ein Wechselverkehr auch während der Eozänzeit stattgefunden. Die europäischen zwei Arten dieser Gattungen finden sich im Phosphorit, sind aber wahrscheinlich von mitteleozänem Alter wie ihre amerikanischen Verwandten. Die Creodontier spalten sich in eine grosse Anzahl von Familien, die ihre Hauptentwickelung in Nordamerika haben.

[1]) Der beigegebene Stammbaum (Fig. 1) stützt sich vorwiegend auf Haeckel, Phylogenie und Zittel, Handbuch. In ihm wie in den folgenden ist besonders auch das geographische und zeitliche Moment betont, insbesondere nach Möglichkeit das Ursprungsgebiet und das relative Alter der einzelnen Gruppen angedeutet, was die bisherigen Stammbäume meist vermissen liessen. Auf das Ideal stereometrischer Stammbäume nach dem Vorgange Fürbringers musste leider verzichtet werden, da dieselben eine eingehende über den Rahmen dieses Buches hinausgehende Begründung gefordert hätten (siehe auch § 272).

Hier entwickeln sich aus den spezifisch nearktischen Miaciden die Caniden, die zuerst im europäischen unteren Oligozän erscheinen. Wir müssen annehmen, dass im Eozän Miaciden Europa erreichten und hier sich auf die Fissipedierstufe emporschwangen, während die amerikanischen auf der Creodontierstufe stehen blieben und bald ausstarben. Auch alle anderen Fissipedierfamilien scheinen in dem paläarktischen Gebiet sich entwickelt zu haben, das vom Oligozän an immer mehr an Bedeutung gewinnt. Denn die Viverriden und Musteliden schliessen an die Proviverriden sich an, deren jüngste Formen europäisch sind, und beide Familien haben einerseits überhaupt nicht, andererseits erst im Pliozän Nordamerika erreicht. Die Feliden endlich sind vermutlich an die Paläonictiden anzuschliessen, die vorwiegend und im obersten Eozän ausschliesslich nearktisch sind, doch sind auch hier die ältesten Reste paläarktisch und zwar sind es die Machairodontiden und Cryptoproctiden, die zuerst erscheinen. Die ersteren haben bereits im oberen Oligozän Nordamerika erreicht, wir müssen hier also an eine Rückwanderung denken, ebenso wie bei den Caniden. Die jetzigen Insektivorenfamilien erscheinen alle bis auf die Talpiden nur in europäischen Ablagerungen, sie müssen also paläarktischen Ursprungs sein. In Nordamerika sind sie vertreten durch die fossilen Ictopsiden, die bis Ende Oligozän lebten, und die von allen Insektivoren der gemeinsamen Wurzel am nächsten stehen. Die Talpiden, im Eozän von Wyoming durch Talpavus vertreten, sind auch im Eozän nach Europa gelangt. Die Rodentier erscheinen im mittleren Eozän in einer europäischen und einer nordamerikanischen Familie, die beide von Tieren abstammen müssen, die den obereozänen Tillotheriiden sehr ähnlich waren. Die amerikanische Familie repräsentiert die niedrigere Stufe, und so können wir in den Ischyromyiden die älteste bekannte Familie des Rodentier sehen, wenn auch nicht die Stammfamilie überhaupt, da diese bereits in der Kreidezeit gelebt haben muss, wegen der Verbreitung der hystricomorphen Nager. Bereits im Oligozän sind alle Unterordnungen der Rodentier vertreten. Die Protrogomorphen entwickeln sich ausschliesslich im paläarktischen Gebiete weiter. Die Sciuromorphen und Myomorphen erscheinen zuerst im unteren Oligozän Europas, doch haben sie schon im oberen Oligozän Nordamerika erreicht. Hier treten auch die Lagomorphen auf, die nach Häckel einen sehr alten Rodentierzweig repräsentieren und die vermutlich die nearktische Linie der Ordnung vertreten, von der Glieder im oberen Oligozän Europa erreichen. Die Condylarthren haben nur einen spezifisch europäischen Zweig getrieben, und der ist unfruchtbar, alle höheren Ungulaten gehen auf vorwiegend nordamerikanische Familien zurück. Die letzteren haben allerdings möglicherweise in Europa bis zum unteren Oligozän gelebt, nach spärlichen Funden im Phosphorit, doch ist das geologische Alter dieser Funde vielleicht etwas höher, da aus dem oberen Eozän überhaupt keine Condylarthrenreste bekannt sind. Die Artiodactylen schliessen sich an die

Stammbaum der Placentalier.

Typungulata. Rodungulata. Sirenia. Cetacea. Primates. Insectivora. Carnivora. Pinnipedia. Rodentia. Edentata.

Quartär. Pliocän. Miocän. Oligocän. Eocän. Kreide.

hippopotamidae, anthracotheriidae, suidae, oreodontidae, camelidae, tragulidae, cervulidae, cervicornia, cavicornia, perissodactyla, anoplotheriidae, phenacodidae, pleuraspidotheriidae, meniscotheriidae, pantolestidae, amblypoda, condylarthra

elephantidae, litopterna, dinotheriidae, toxodontia, typotheria, hyracoidea, proboscidea, rodungulata, sirenia, mystacoceti, odontoceti

chiromyidae, tarsiidae, lemuridae, platyrrhinae, cynomorphidae, semnopithecidae, bimana, anthropomorphidae, chiroptera, insectivora, canidae, ursidae, mustelidae, hyaenidae, viverridae, procyonidae, felidae, otariidae, phocidae, trichechidae, lagomorpha, hystricomorpha, myomorpha, sciuromorpha, xenarthra, nomarthra

pachylemuridae, anaptomorphidae, miacidae, mesonychidae, arctocyonidae, oxyclaenidae, proviverridae, hyaenodontidae, palaeonictidae, propinnipedia, trisodontidae, creodonta, Tillodontia, tillotheriidae, esthonychidae, stylinodontidae, proedentata, tillodontia

Na, E, O, M, Ae, Sa

Entwicklungsgebiete:
- Sa - Südamerika.
- Ae - Afrika.
- M - Madagaskar.
- O - Orientalische Region.
- E - Europa.
- Na - Nordamerika.

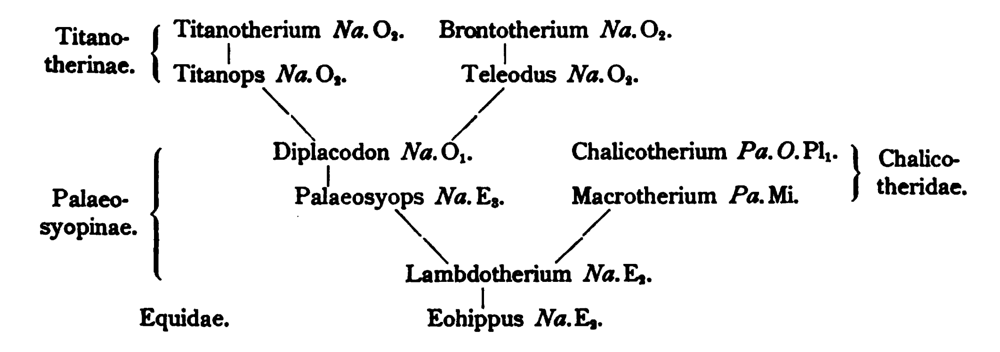
Dr. Th. Arldt, Kontinente Fig. 1.

Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig.

Lith. Anst. v. Julius Klinkhardt, Leipzig.

fast spezifisch (zu 95 %) nearktischen Periptychiden an. Ihre älteste Familie ist ausschliesslich nordamerikanisch. Aus ihr entwickeln sich als amerikanische Zweige die Achänodontinen, Oreodontiden und Leptotragulinen, als europäische aus ostwärts gewanderten Pantolestiden die Anthracotheriiden und Anoplotheriiden. Von diesen gelangen die ersten noch im Oligozän nach Nordamerika, wie umgekehrt die Achänodontinen nach Europa, aus denen die Hyotherinen hervorgingen, die wieder nach Nordamerika zurückwanderten. Aus den Leptotragulinen entwickelt sich in Nordamerika die Camelidenfamilie, von den Anoplotheriden in Europa stammen die Traguliden und Cervuliden. Beide Familien gelangen im Oligozän nach Nordamerika, wo von den letztgenannten die Protoceratiden sich abzweigen. Die Perissodactylen stammen von den Phenacodiden und zwar müssen sie schon früh von diesen sich abgetrennt haben, da im mittleren Eozän bereits von fünf Familien drei vertreten sind. Im unteren Eozän sind aber die Phenacodiden nur in Nordamerika zu finden. Aus ihnen entwickelten sich als nordamerikanische Zweige die Titanotheriden, Tapiriden und die Equiden. Von allen drei Familien gelangten Glieder schon im Eozän nach Europa, wo die echten Tapire sich entwickelten, und der Equidenstamm von dem übergewanderten Hyracotherium im mittleren Eozän bis zu Anchilophus im unteren Oligozän blühte. Einen europäischen Zweig sehen wir dagegen in den Chalicotheriiden. Doch müssen auch diese noch im Oligozän Nordamerika erreicht haben, da sie im unteren Miozän dieses Kontinentes sich finden. Von allen Perissodactylen stehen diese am isoliertesten und haben sich daher jedenfalls am frühesten vom gemeinsamen Stamme abgezweigt, indem ihre Füsse in Krallen auslaufen, wie wir sie in ähnlicher Form bei den südamerikanischen Edentaten finden.

Die mutmassliche Entwickelung der Chalikotherien und Titanotherien ist folgende, wobei jeder Gattung ihr Fundgebiet (*Na.* nearktisches Gebiet, *Pa.* paläarktisches Gebiet, *O.* orientalische Region) und ihre Formation beigesetzt ist:



Von den Amblypoden erscheint Coryphodon im mittleren Eozän Europas, während diese Unterordnung sonst ausschliesslich nearktisch

ist. Endlich sind unter den alttertiären Tieren die Didelphyiden zu erwähnen, die im unteren Oligozän von Europa erscheinen und also noch im Eozän sich ostwärts ausgebreitet haben müssen. Die Allotherien dagegen sind nur im untersten Eozän zu finden und verschwinden dann, ohne Nachkommen zu hinterlassen (s. Karte 6 und 7).

Wir kommen nun zu den Wanderungen im Miozän. Diese konnten nicht mehr transatlantisch stattfinden, da die alte Landbrücke ungangbar für Landtiere geworden war und selbst im Norden über Island und Grönland keinen Übergang mehr bot, wo sie jedenfalls am längsten einen wenn auch nur geringen Ausgleich gestattet hatte, da diese Länder damals ein weit milderes Klima besassen als jetzt, wie die tertiären Floren derselben beweisen. Statt dessen fanden die Wanderungen über die Beringstrasse statt und zwar erfolgten sie nach beiden Richtungen hin. Dazu kommen dann noch die schon erwähnten miozänen Wanderungen von Nordamerika und von Europa nach Indien. Unter den Primaten sind die Prosimier verschwunden. Von den Pachylemuriden haben sich aber wahrscheinlich in dem paläarktischen Gebiete die katarhinen Affen abgezweigt, von denen im oberen Miozän Europas die Anthropomorphen und die jedenfalls älteren Semnopitheciden erscheinen, letztere vertreten durch den Mischtypus Oreopithecus, die beide noch während der Miozänzeit nach Indien sich ausbreiten. Dagegen haben sie Nordamerika nie erreicht. Aus diesem Grunde erscheint es mir unmöglich, in Asien die Heimat der Katarhinen zu sehen, wie Haug[1]) es tut. Ihre Herkunft ist überhaupt noch etwas rätselhaft. Man könnte auch daran denken, ihre Heimat in Afrika zu sehen und sie der Hystricidenschicht zuzurechnen. Es hätten dann alle Primaten in der Paläogäa sich entwickelt. An sich hat diese Annahme nichts Ungereimtes. Dass wir trotzdem von ihr abgesehen haben, hat seinen Grund einmal darin, dass die Katarhinen erst im oberen Miozän erscheinen. Dann sahen wir uns früher zu der Vermutung genötigt, dass die afrikanisch europäische Landbrücke aus offenem Gelände bestand, also für Waldtiere kein geeignetes Verbreitungsgebiet war. Endlich widerstrebt die Annahme unserer Auffassung von dem klimatischen und dem Massenwirkungsgesetze. Die Heimat des zur höchsten Blüte berufenen Zweiges der Säugetiere können wir unmöglich in einem tropischen Kontinent von mässiger Grösse suchen, hier hätte nicht der Keim zu der späteren gewaltigen Entfaltung gelegt werden können. Auch unter den anderen Ordnungen ist der direkte Verkehr zwischen dem paläarktischen und dem nearktischen Gebiete nur ein geringer gewesen. In der Hauptsache bildeten die paläarktischen und nearktischen Zweige sich gesondert aus. Von den Fissipediern sind die Machairodinen und Caniden in Nordamerika stark entwickelt, von letzteren besonders der Seitenzweig der

---

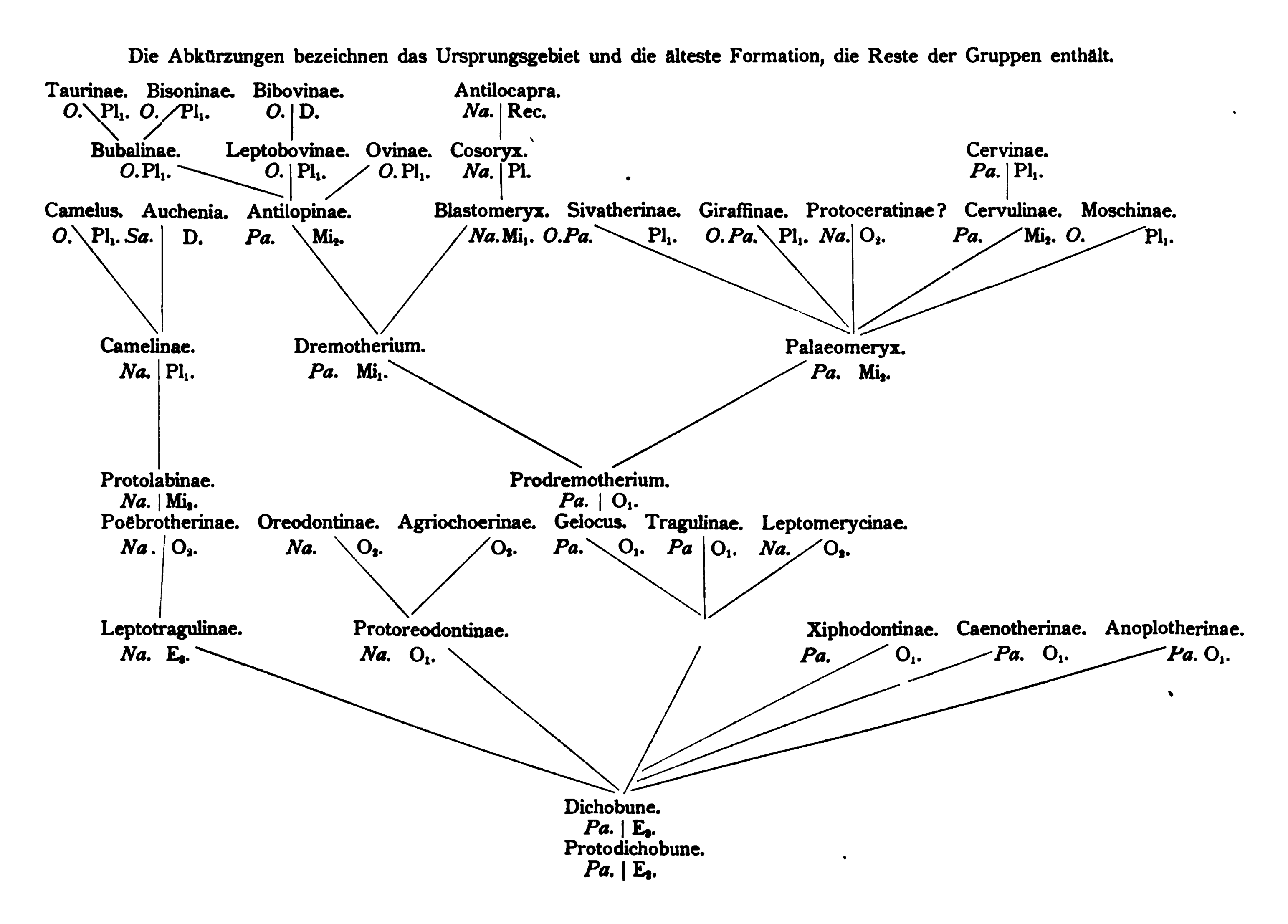
[1]) Haug, Les Géosynclinaux et les Aires Continentales. Bull. Soc. Geol. France. 3. ser. v. 28. 1900. p. 655.

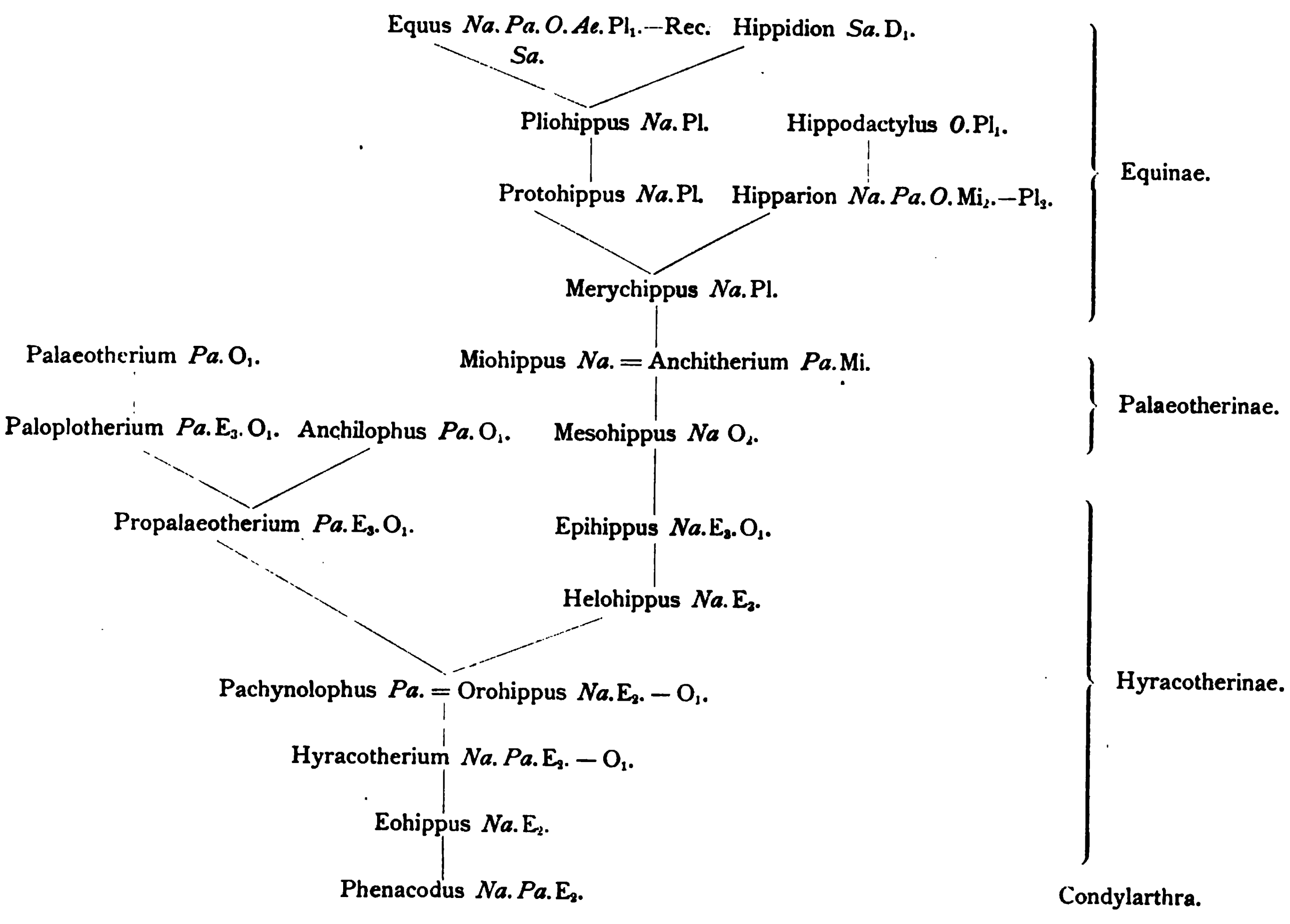
Simocyoninen. Von den Caninen findet sich Galecynus im oberen Oligozän und unteren Miozän von Nordamerika, sowie im oberen Miozän von Europa. Wir können daher annehmen, dass die Gattung während des Miozän über Asien nach Europa gelangt ist. Dass Muriden in der gleichen Richtung gewandert sind, können wir ebenfalls annehmen, da diese Indien erreicht haben. Im unteren Miozän erscheint in Europa die vorher nearktische Castoridengattung Steneofiber, diese ist also vielleicht schon im Oligozän nach Europa gelangt. Unter den Ungulaten ist während der Miozänzeit Mastodon von Europa nach Nordamerika gelangt. Im paläarktischen Gebiete differenzierten sich während dieser Zeit die Cervicornier, und die Cavicornier gingen aus ihnen hervor. In Nordamerika werden die ersteren durch Seitenzweige der Traguliden und Cervuliden vertreten, die schon in Oligozän hierher gelangt sind, nämlich durch die Leptomerycinen und durch die Tierreihe, die von Blastomeryx über Cosoryx zu Antilocapra führt, wie die Zusammenstellung auf der folgenden Seite zeigt.

Von Nordamerika gelangen Equiden nach Europa, hier die Gattung Anchitherium bildend, die dem nordamerikanischen Miohippus ausserordentlich ähnlich ist, wenn sie nicht sogar mit ihm identisch ist. Es ist aber Miohippus bereits aus dem unteren Miozän Nordamerikas bekannt, so dass diese Gattung als die Stammform von Anchitherium betrachtet werden kann. Von Hipparion und Equus war schon früher die Rede. Wir lassen unten den wahrscheinlichen Stammbaum der Equiden folgen (S. 257).

Während des Pliozäns wurden die Primaten des paläarktischen Gebietes durch die in Indien von den Semnopitheciden abgezweigten Cynopitheciden vermehrt. Mit diesen kamen die einen Seitenzweig der Viverriden repräsentierenden Hyäniden, sowie die Gattungen Canis und Ursus. Auch die Procyoniden entstammen vermutlich der orientalischen Region, in der sie ebenfalls von den Viverriden sich abzweigten. Eine Abteilung von ihnen, die Ailuriden, ging in das paläarktische, die andere, die echten Procyoniden, in das nearktische Gebiet. Im Pliozän kamen auch die Ursiden und Musteliden zum ersten Male nach Nordamerika. Sie scheinen von Indien gekommen zu sein, ziemlich sicher gilt dies von Lutra, die nur in den Siwalikschichten vor den nordamerikanischen Vorkommnissen sich finden. Auch Mustela gehört der Siwalikfauna an, wenn er auch schon vorher in Europa gelebt hat. Die alten Machairodinen sind in Nordamerika ausgestorben, dafür erscheint hier der in Europa im Oligozän und Miozän lebende Pseudaelurus aus der Familie der Cryptoproctiden und der Machairodus selbst. Unter den Caniden endlich ist Canis jedenfalls erst von Indien nach Nordamerika gekommen, da seine letzten Vorfahren in Europa gelebt haben dürften, wie wir schon früher erwähnt haben. Im obersten Pliozän Nordamerikas erscheinen wieder die seit dem Eozän verschwundenen Talpiden, durch die noch lebende Gattung Scalops vertreten. Diese müssen also in

Die Abkürzungen bezeichnen das Ursprungsgebiet und die älteste Formation, die Reste der Gruppen enthält.

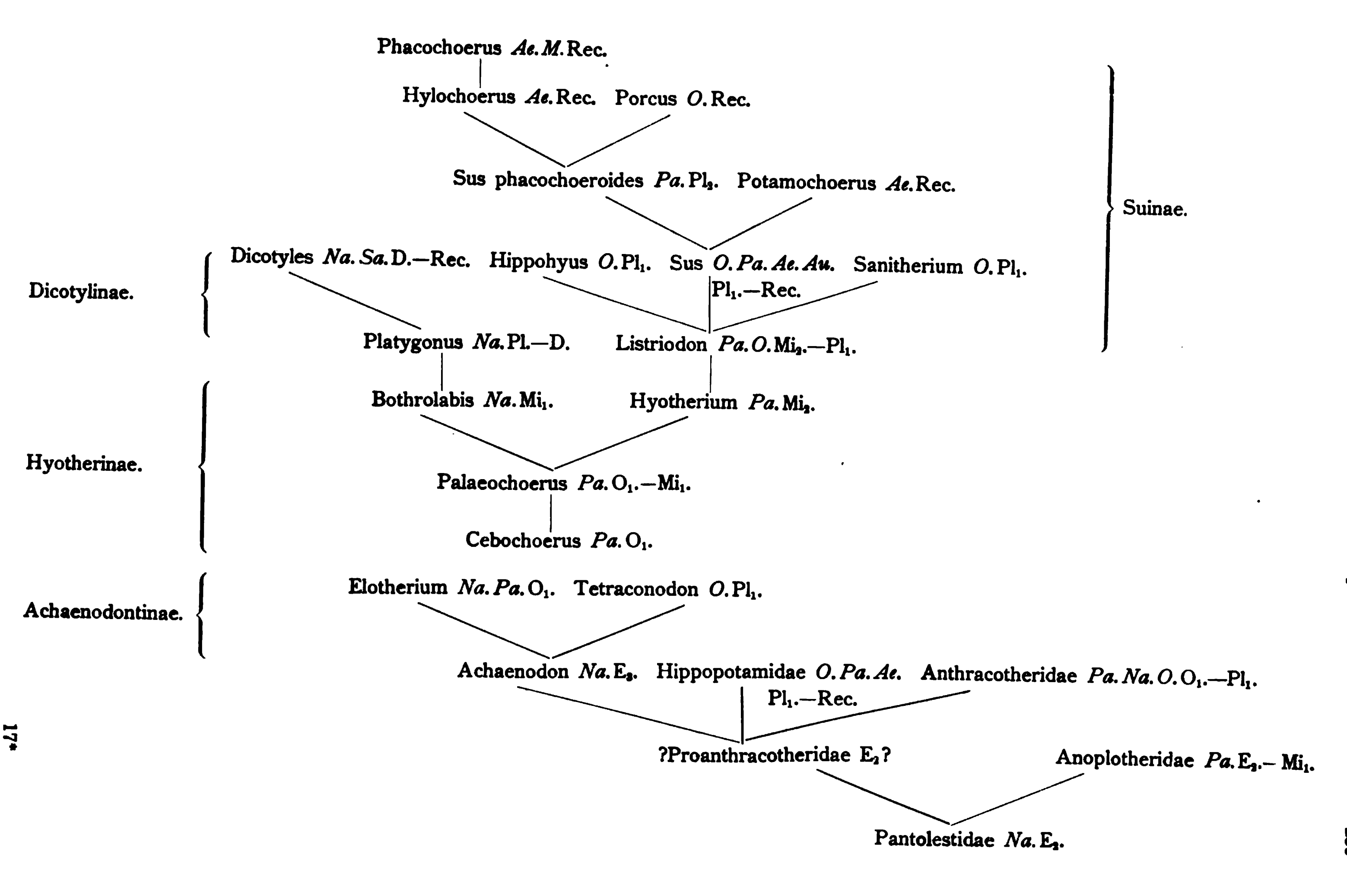


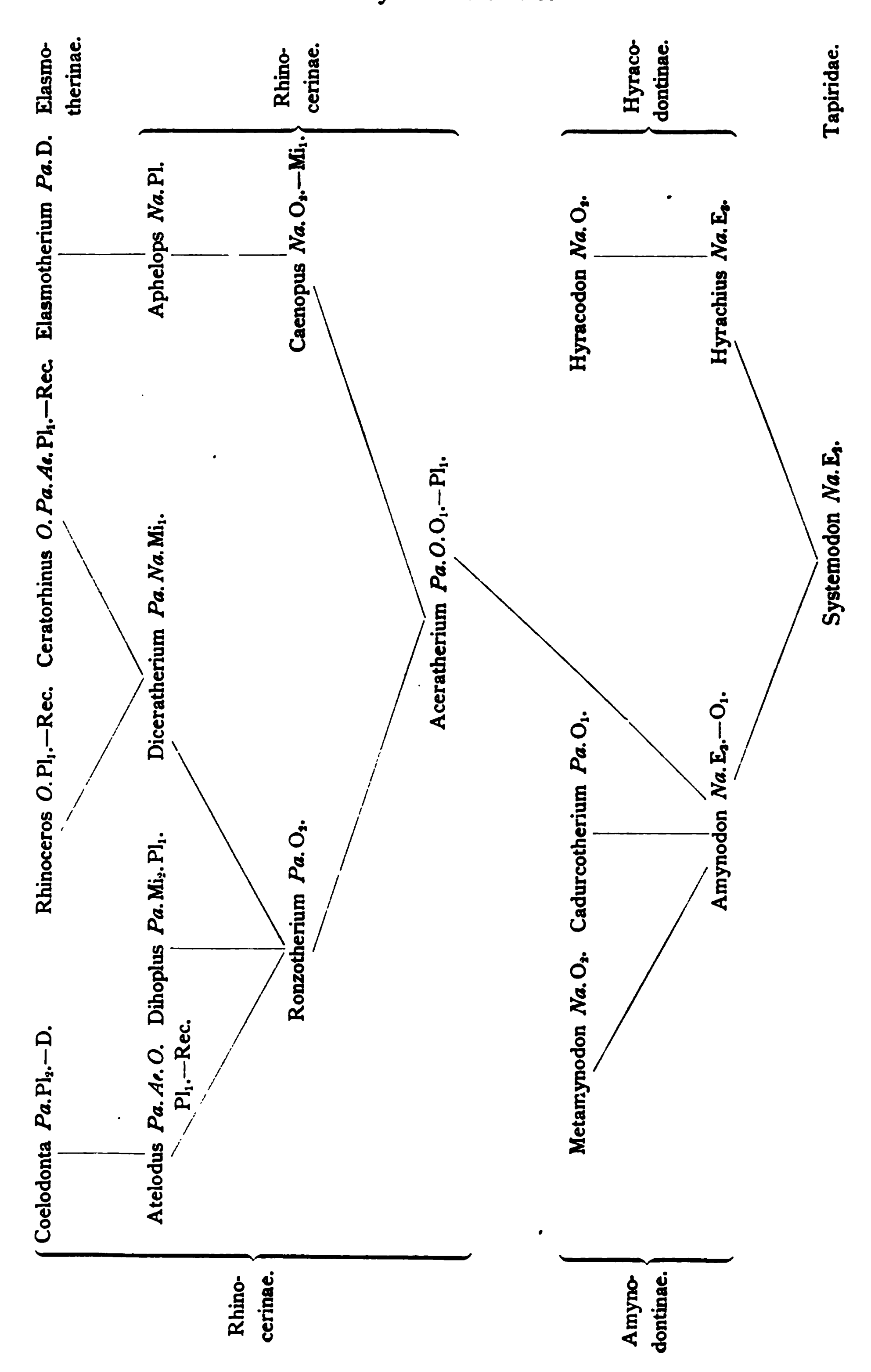

Betreffs der Abkürzungen sei auf S. 253 bezw. § 106 verwiesen.
Equus *Na. Pa. O. Ae.* Pl_1.—Rec. *Sa.*
Hippidion *Sa.* D_1.
Pliohippus *Na.* Pl.
Hippodactylus *O.* Pl_1.
Protohippus *Na.* Pl.
Hipparion *Na. Pa. O.* Mi_2.—Pl_3.
Merychippus *Na.* Pl.
Palaeotherium *Pa.* O_1.
Miohippus *Na.* = Anchitherium *Pa.* Mi.
Paloplotherium *Pa.* E_3. O_1.
Anchilophus *Pa.* O_1.
Mesohippus *Na* O_2.
Propalaeotherium *Pa.* E_3. O_1.
Epihippus *Na.* E_3. O_1.
Helohippus *Na.* E_3.
Pachynolophus *Pa.* = Orohippus *Na.* E_2. — O_1.
Hyracotherium *Na. Pa.* E_2. — O_1.
Eohippus *Na.* E_2.
Phenacodus *Na. Pa.* E_2.
Equinae.
Palaeotherinae.
Hyracotherinae.
Condylarthra.

pliozäner Zeit das nearktische Gebiet erreicht haben. Gleiches gilt von den Lagomyiden, vertreten durch den bisher nur paläarktischen Lagomys. Die andere Familie der Lagomorphen, die Leporiden, erreicht gleichzeitig von Indien aus Europa. Unter den Myomorphen sind jedenfalls weitere Muriden von Indien nach Europa gekommen, mit noch grösserer Sicherheit können wir von den Arvicoliden annehmen, dass sie von Nordamerika aus Asien und Europa etwa zur gleichen Zeit erreichten. Die Castoriden und Sciuriden fehlen zwar im nordamerikanischen oberen Miozän, doch brauchen wir deshalb nicht anzunehmen, dass sie damals nicht in Nordamerika gelebt haben, da das obere Miozän Nordamerikas überhaupt sehr arm an Säugetierresten ist. Dagegen können wir bei den Dipodiden, deren nearktische Gattung Jaculus im obersten Pliozän erscheint, annehmen, dass sie über Asien eingewandert ist, da die ganze Unterordnung fast ausschliesslich paläarktisch ist. Unter den Ungulaten kommt in Nordamerika wie in Europa zu dem bereits einheimischen Mastodon die orientalische Gattung Elephas. In derselben Weise wie diese breiteten die Boviden sich aus, und zwar erreicht Bos beide Gebiete bereits im Pliozän. Auch die Cerviden gelangten nach Nordamerika von Indien aus, während sie in dem paläarktischen Gebiete jedenfalls seit ihrer Entwickelung wohnten, wie wahrscheinlich auch die Moschiden. Die Cameliden sind wohl auch im Pliozän bereits in das paläarktische Gebiet gelangt, ebenso wie die Hippopotamiden, die von Indien hierher kamen. In Nordamerika erscheinen jetzt die Dicotylinen, die wie die paläarktischen Suinen von den Hyotherinen sich ableiten. Diese sind in Nordamerika bis zum unteren Miozän vertreten, es ist also sehr wohl möglich, dass die Dicotylinen sich direkt an die nordamerikanischen Formen anschliessen, wie die folgende Zusammenstellung der mit den Schweinen verwandten Gruppe von Artiodactylen zeigt (S. 259).

Wir kommen nun zu den Perissodactylen. Unter ihnen gelangte jetzt Tapirus nach Nordamerika, während die Gattung in Europa bereits die ganze Miozänzeit bekannt war. Die Wanderung muss aber sehr früh im Pliozän erfolgt sein, da die Gattung auch schon in der araukanischen Formation Südamerikas sich findet. Die Gattungen Equus und Hipparion sind vielleicht beide nordamerikanischen Ursprungs, wenn auch die erste am frühesten in den Siwalikschichten vorkommen. Endlich sei noch erwähnt, dass auch der Mensch während dieser Periode sich ausgebreitet hat. Sicher ist er schon im Pliozän nach Nordamerika gelangt, da er in der Pampasformation Argentiniens vorkommt. Dann können wir aber auch annehmen, dass er Europa erreichte.

Während des Diluviums wurden die Säugetiere aus weiten Gebieten verdrängt, die sie vorher bewohnten, und zeitweise Nordamerika ganz isoliert. Vorher noch haben einige Verschiebungen in der Fauna stattgefunden. Dies können wir z. B. daraus schliessen, dass von dem pliozänen nearktischen Aphelops das diluviale paläarktische Elasmothe-


Phacochoerus *Ae.M.*Rec.
Hylochoerus *Ae.*Rec.
Porcus *O.*Rec.
Sus phacochoeroides *Pa.*Pl$_2$.
Potamochoerus *Ae.*Rec.
Suinae.
Dicotyles *Na.Sa.*D.—Rec.
Hippohyus *O.*Pl$_1$.
Sus *O.Pa.Ae.Au.* Pl$_1$.—Rec.
Sanitherium *O.*Pl$_1$.
Dicotylinae.
Platygonus *Na.*Pl.—D.
Listriodon *Pa.O.*Mi$_2$.—Pl$_1$.
Bothrolabis *Na.*Mi$_1$.
Hyotherium *Pa.*Mi$_2$.
Hyotherinae.
Palaeochoerus *Pa.*O$_1$.—Mi$_1$.
Cebochoerus *Pa.*O$_1$.
Elotherium *Na.Pa.*O$_1$.
Tetraconodon *O.*Pl$_1$.
Achaenodontinae.
Achaenodon *Na.*E$_2$.
Hippopotamidae *O.Pa.Ae.* Pl$_1$.—Rec.
Anthracotheridae *Pa.Na.O.*O$_1$.—Pl$_1$.
?Proanthracotheridae E$_2$?
Anoplotheridae *Pa.*E$_2$.—Mi$_1$.
Pantolestidae *Na.*E$_2$.


Rhinocerinae.
Coelodonta Pa.Pl2.–D.
Rhinoceros O.Pl1.–Rec.
Ceratorhinus O.Pa.Ae.Pl1.–Rec.
Elasmotherium Pa.D.
Elasmotherinae.
Atelodus Pa.Ae.O.Pl1.–Rec.
Dihoplus Pa.Mi2.Pl1.
Diceratherium Pa.Na.Mi1.
Aphelops Na.Pl.
Ronzotherium Pa.O2.
Caenopus Na.O2.–Mi1.
Rhinocerinae.
Aceratherium Pa.O.O1.–Pl1.
Amynodontinae.
Metamynodon Na.O2.
Cadurcotherium Pa.O1.
Hyracodon Na.O2.
Hyracodontinae.
Amynodon Na.E2.–O1.
Hyrachius Na.E2.
Systemodon Na.E1.
Tapiridae.

rium sich ableitet, in dem die Rhinocerotiden gipfeln, deren Entwickelung nebenstehende Zusammenstellung zeigt.

Diese Wanderungen können aber auch schon im Pliozän stattgefunden haben. In die Diluvialzeit fällt hauptsächlich die Besiedelung der vom Inlandeise wieder freigewordenen Flächen, die besonders von Nordasien her erfolgt sein dürfte, das wegen seines kontinentalen Klimas von der Vereisung verschont geblieben war. Von hier sind damals jedenfalls die Oviden nach Nordamerika gelangt, die jetzt nur in einem isolierten Gebiet des Felsengebirges sich finden. Von Asien hat sich besonders auch Ovibos ausgebreitet, der dann in Europa wieder ausstarb. Neue Erscheinungen sind auch für Nordamerika die Soriciden, die also jedenfalls auch erst im Diluvium einwanderten, dagegen erfährt die paläarktische Fauna keine Bereicherung an Familien von Nordamerika her, da in diesem das produktive Gebiet in zu hohem Masse eingeengt worden war. Auf die Verschiebungen der borealen und der Steppenfauna hier einzugehen, erübrigt sich, da sie uns keinen Aufschluss über Kontinentalverbindungen liefern und anderweit schon ausführlich behandelt worden sind [1]. Ehe wir nun versuchen, die Wanderungen und die Entwicklungen der Familien übersichtlich darzustellen, sei noch einmal darauf hingewiesen, dass dieser Versuch ein sehr hypothetischer sein muss, da uns von einem so grossen Gebiete wie dem paläarktischen Asien mit Ausnahme der südlichen Gebiete fast keine Fossilreste bekannt sind. Dies ist um so mehr zu bedauern, als Nordasien jedenfalls bis zum Oligozän durch einen Meeresarm in der obischen Niederung von Europa getrennt war und daher vielleicht eine eigenartige Fauna entwickelt hatte, von der wir nichts wissen, und die doch auch auf die Ausbildung der holarktischen Fauna eingewirkt haben muss. In der folgenden Zusammenstellung, in der wir der Vollständigkeit halber auch die Wanderungen nach Indien aufnehmen, da dieses ein Teil der alten holarktischen Region war, bedeutet P. das paläarktische Gebiet, besonders Europa, N. das nearktische, I das indische Gebiet. Die Wanderungsrichtung wird durch Pfeile angedeutet, so dass N. → P. eine Wanderung von Nordamerika nach Europa und zwar von West nach Ost bedeutet, also wie im Eozän. Die entsprechende Wanderung von Nordamerika nach Europa von Ost nach West wie im Miozän bezeichnen wir mit P. ← N. Das westliche Gebiet steht also allemal links. Ein Kreis ◯ vor dem Gebietzeichen gibt an, dass der Typus in diesem Lande sich entwickelt hat, ein Kreuz † hinter dem Zeichen, dass die Familie in dem Lande nicht gefunden wurde, dass wir vielmehr nur auf ihre Wanderung aus dem Vorhandensein von Nachkommen schliessen müssen. In der Eozänreihe sind die Familien, deren Vorhandensein im untersten Eozän von Europa wir annehmen müssen, durch ein liegendes Kreuz × hervorgehoben.

---

[1]) Siehe hierzu auch § 266.

Mesozoische Fauna:	Eozän:	Oligozän:	Miozän:	Pliozän:	Diluvium:
Primates:					
Anaptomorphidae N. Pachylemuridae N.	×Anaptomorphidae ○ N. → P. Pachylemuridae ○ N. → P.		Anthropomorphidae ○ P. → I. Semnopithecidae ○ P. → I.	×Homo P. ← ○ I. → N. Semnopithecus P. ← ○ I. Cynopithecidae P. ← ○ I.	
Fissipedia:					
		Machairodinae N. ← ○ P. Canidae N. ← ○ P.	Machairodinae P. → I. Felinae P. → I. Viverridae P. → I. Mustelidae P. → I. Ursidae P. → I. Canidae P. → I. Galecynus P. ← N.	Machairodus P. → N. Felinae ○ P. → N. Pseudaelurus P. → N. Hyaenidae P. ← ○ I. Mustelidae P. I. → N. Ailuridae P. ← ○ I. Procyonidae ○ I. → N. Ursidae I. → N. Canis P. ← ○ I. → N.	Ursus P. → N.
Creodontia:					
Miacidae N. Proviverridae N. Mesonychidae N. Triisodontidae N. Oxyclaenidae N.	×Proviverridae ○N. → P. Hyaenodontidae ○ N. → P. Palaeonictidae ○ N. → P. ×Mesonychidae ○N. → P. ×Arctocyonidae (N.) → P. N. ← ○ P. Oxyclaenidae ○ N. → P. Miacidae ○ N. → P. †				

			Insectivora:		
	Talpidae ○ N. → P.	Myogalidae ○ P.	Dimylidae ○ P.	Talpidae P. → I. N.	Soricidae P. → N.
	×Adapisoricidae ⊙ P.		Tupajidae ○ P. → I.		
	Ictopsidae ○ N. → P. †		Erinaceidae ○ P. → I.		
			Soricidae ○ P. → I.		
			Rodentia:		
	Pseudosciuridae ○ P.	Cricetidae N. ← ○ P.	Leporidae I. ← ○ N.	Lagomyidae ○ P. → N.	
	Ischyromyidae ○ N. → P. †	Geomyidae ○ N.	—	Leporidae P. ← I.	
		Castoridae ○ N. → P.	Muridae I. ← ○ N.	—	
		Sciuridae N. ← ○ P.	Sciuridae P. → I.	Arvicolidae P. ← N.	
		Myoxidae ○ P.		Dipodidae P. → N.	
		Theridomyidae ○ P.			
			Tillodontia:		
Incertae sedis N.	Stylinodontidae ○ N. → P.				
Stylinodontidae N.	Tillotheriidae ○ N.				
	Esthonychidae ○ N. → P.				
			Ungulata:		
Pantolambdidae N.	Coryphodontidae ○ N. → P.		Elephantidae P. → I. N.	Elephas ○ I. → N.	
	Dinoceratidae ○ N.		Dinotheriidae P. → I.		
	—		—	—	
	Anoplotheriidae ○ P.	Protoceratidae ○ N.	Antilopidae ○ P. → I.	Bovidae P. ← ○ I. → N.	Ovidae P. → N.
	Achaenodontinae ○ N. → P.	Cervulidae N. ← ○ P.	Sivatheriidae P. → I.	Ovidae P. ← ○ I.	
	Pantolestidae ○ N. → P. †	Tragulidae N. ← ○ P.	Giraffidae P. → I.	Moschidae P. ← ○ I.	
	—	Oreodontidae ○ N.	Cervidae P. → I.	Hippopotamidae P. → ○ I.	
		Hyotherinae N. ← ○ P.	Tragulidae P. → I.	Dicotylinae ○ N.	
		Anthracotheridae N. ← ○ P.	Camelidae I. ← ○ N.		
		—	Suinae ○ P. → I.	—	
			Hyotherinae ○ P. → I.		
			Achaenodontinae I. ← N.		
			Anthracotheriidae P. → I.		
			—		

Mesozoische Fauna:	Eozän:	Oligozän:	Miozän:	Pliozän:	Diluvium:
	Titanotheriidae ○ N. → P. Tapiridae ○ N. → P. Equidae ○ N. → P. Rhinocerotidae ○ N. → P. —	Chalicotheriidae N. ← ○ P.	Chalicotheriidae P. → I. Titanotheriidae P. ← N. Rhinocerotidae P. → I. ← N. Aceratherium P. → I. Diceratherium I. † ← ○ N. Tapiridae P. → I. Equidae P. I. ← ○ N. Miohippus P. † ← ○ N.	Tapiridae P. → N. Tapirus P. → N. Equidae P. ← I. → N. Equus P. ← I. Hipparion I. → N. —	
Phenacodidae N. Periptychidae N.	×Pleuraspidotheriidae ○ P. Meniscotheriidae ○ N. → P. Phenacodidae ○ N. → P. Periptychidae ○ N. → P.				
			Polyprotodontia:		
Didelphyidae N.	Didelphyidae N. → P.				
			Prodidelphyia:		
Amblotheriidae N. P. Amphitheriidae P. Triconodontidae N. P.					
			Pantotheria:		
Dromatheriidae N.					
			Allotheria:		
Polymastodontidae N. Plagiaulacidae N. P. Bolodontidae N. P. Tritylodontidae P.					

Diese Tabelle könnte selbstverständlich noch bereichert werden, doch würde es über den Rahmen der gestellten Aufgabe hinausgehen, wollten wir die Verbreitung möglichst aller Landsäugetiergattungen untersuchen. Jedenfalls lässt sich aber diese vollständig unter den hier aufgestellten Gesichtspunkten erklären.

Wir müssen uns nun noch einmal zu den die Luft und das Wasser bewohnenden Säugetieren wenden. Die Chiropteren haben wie die Vögel nur sehr wenig fossile Reste hinterlassen. Die ältesten gehören dem oberem Eozän Nordamerikas an, dann kommt das untere Oligozän Europas, besonders das Bohnerz. Vertreten sind hauptsächlich die Vespertilioniden. Unter ihnen ist besonders die fossile Gattung Nyctitherium hervorzuheben, die in den Bridger Schichten und in Europa im unteren Oligozän häufig vorkommt[1]). Sie scheint darnach im oberen Eozän nach Europa gelangt zu sein, während andere Chiropteren sicher schon vorher dort verweilten, weil im Bohnerz bereits die differenzierten Rhinolophiden erscheinen. Pinnipedier sind bis jetzt fast nur von Europa fossil bekannt durch Phociden und Trichechiden, während die systematisch am niedrigsten stehende Familie der Otariden keine Reste hinterlassen hat. Erwähnenswert ist das Vorkommen von Trichechiden, darunter des noch lebenden Trichechus rosmarus in dem pliozänen Crag von Antwerpen und England, und im Diluvium Virginiens, während jetzt die Familie im allgemeinen nicht südlich des 60. nördlichen Breitengrades vorkommt. Die Familie muss also erst in jüngster Zeit in die arktischen Regionen sich zurückgezogen haben. Auch die jetzt nordische Phocidengattung Pagophilus besitzt in Callophoca von Antwerpen einen nahen Verwandten. Andererseits finden sich im Crag aber auch Gattungen, die jetzt mittelmeerischen Formen nahe stehen. Unter den Sirenen ist nach Bezahnung und Schädelbau Prorastomus die älteste Form, die an die Condylarthren und Perissodactylen anklingt und die vermutlich von den nordamerikanischen Urungulaten sich abgezweigt hat. Bereits im Eozän ist die Ordnung nach Europa gelangt, wo bereits die spezialisierteren Halicoriden durch Halitherium vertreten sind. Die Cetaceen endlich sind in den miozänen und pliozänen marinen Ablagerungen Europas und Nordamerikas in vielen Gattungen vertreten, doch lassen sich aus deren Verteilung keine weitergehenden paläogeographischen Schlüsse ziehen. Ihre Abzweigung muss aber sehr früh erfolgt sein, da die alten Zeuglodontiden ausser im europäischen und nordamerikanischen auch im neuseeländischen Eozän sich finden, und da sie bereits eine sehr isolierte Stellung im System der Säugetiere einnehmen. Die Anpassung an das Meerleben scheint also schon in der Kreidezeit erfolgt zu sein.

---

[1]) Zittel, Die geologische Entwicklung, Herkunft und Verbreitung der Säugetiere. Sitzber. d. math. phys. Klasse der k. bayer. Akad. d. W. zu München. Jahrgang 1893. Bd. 23. 1894. S. 151; auch Handbuch IV, S. 731.

§ 93. Gehen wir zu den **Vögeln** über, so sind die meisten Vogelfamilien der holarktischen Region dauernd in dieser gewesen und haben sich in ihr entwickelt. Die Wurzel der Vögel ist ja hier zu suchen, im Gegensatze zu den Tatsachen, auf die wir bei der Besprechung der Säugetiere stiessen. Die Abzweigung muss im Jura stattgefunden haben und zwar im paläarktischen Gebiete, in dem wir den ältesten bekannten Vogel finden, und in dem auch die den Vögeln am nächsten stehenden Reptilordnungen der Krokodile und der Dinosaurier stark entwickelt sind. Noch im Malm findet sich auch in Nordamerika ein Urvogel Laopteryx. In der Kreideformation sind sie in Nordamerika bereits ziemlich differenziert, von wo sie den Übergang nach der Paläogäa fanden. Der Didelphyidenschicht können natürlich keine Vögel angehören, da dieselben nach unserer Annahme im Mesozoikum in der Paläogäa überhaupt nicht lebten. Dagegen ist die Hystricidenschicht reicher an Vögeln als an Säugetieren. Von den Sperlingsvögeln sind die Hirundiniden zu nennen, deren fossile Reste allerdings erst im Diluvium beginnen, die aber doch schon im Miozän sich ausgebreitet zu haben scheinen. Die Gattungen Hirundo und Cotyle erreichten Nordamerika und von hier im Pliozän Südamerika, in das Cotyle allerdings nicht tief eindrang. Unter den Rakenvögeln erscheint im Miozän von Allier die madagassische Gattung Leptosoma, allerdings nur in sehr zweifelhaften Resten. Von den Coraciden und Caprimulgiden vermuten wir, dass sie ebenfalls in dieser Zeit das paläarktische Gebiet erreicht haben, aber nicht das nearktische. Bei ihnen ist also der Fall nicht ausgeschlossen, dass sie erst der pliozänen Pelegriniaabteilung zugehören. Unter den Kuckucksvögeln erscheint der Musophagide Necrornis bei Sansans, Trogon im Miozän von Allier, beide südliche Familien repräsentierend. Auch die Cuculiden schliessen sich jedenfalls hier an, da die Reste von Cuculus im Pariser Gips sehr zweifelhaft sind. Von Papageien erscheint Psittacus im europäischen Miozän. Von Taubenvögeln sind Columba und Pterocles zuerst von Allier bekannt. Unter den Kranichvögeln kommen als miozäne Einwanderer vielleicht die Turniciden in Betracht und unter den Ralliden Porphyrio. Von den Regenpfeifervögeln sind die Glareoliden und Otiden zu erwähnen. Von letzteren findet sich Otis im Miozän von Allier. Zahlreich sind die Familien der Stossvögel in der Hystricidenschicht. So erscheint Gypogeranus neben Otis. Von den Aquiliden sind uns Aquila, Milvus und Haliaëtus von Sansans, Allier und St. Gerand-le-Puy bekannt. Diese Gattungen können also recht gut von Afrika eingewandert sein, und die erste und dritte haben sich auch nach Nordamerika verbreitet. Bei den Vulturiden, Gypaëtiden und Buteoniden schliessen wir dagegen nur aus ihrer Verbreitung auf ihre Zugehörigkeit zur Hystricidenschicht. Fossil sind sie erst aus dem Diluvium bekannt. Die Gattung Buteo muss bald Nordamerika erreicht haben, da wir sie bereits in der diluvialen Höhlenfauna Brasiliens finden. Die Pelecaniden haben zwar jedenfalls schon im Oligozän einen nordischen Vertreter,

Pelecanus selbst aber erscheint erst im Miozän von Allier und von Nördlingen. Auch die Ardeiden sind zuerst von Sansans bekannt, die Ciconiiden aus gleichaltrigen Schichten, ebenso sichere Reste der Plataleïden, wie schon bei Südamerika bemerkt wurde. Die Phönicopteriden sind alte Bewohner der Region, Phoenicopterus selbst aber tritt erst im Miozän auf. Endlich rechnen wir auch die Struthioniden zu dieser Schicht. Die Begründung dafür ist bei Madagaskar gegeben worden. Auch die Megalonyxschicht ist ziemlich reichlich vertreten. Ihr gehören zunächst die südamerikanischen Familien an, die in Nordamerika sich finden und deren Aufzählung wir hier uns sparen können, sowie vielleicht einige der oben der Hystricidenschicht zugerechnete Familien, von denen wir keine miozänen fossilen Reste kennen, und die nicht Nordamerika, vielleicht auch nicht Australien erreicht haben. Auch gehören hierher einige holarktische Familien, die in Indien sich entwickelt zu haben scheinen, in dem sie jetzt noch hauptsächlich verbreitet sind, während sie in das paläarktische Gebiet nur teilweise eindringen. Wir haben die holarktischen Ratitenreste, soweit sie selbständige Gattungen repräsentieren, von den südlichen Familien getrennt, da alle vier: Macrornis, Diatryma, Megalornis und Dasornis nur auf Fragmente begründet sind. Sie stellen jedenfalls ebenso wie Gastornis, dem Diatryma nahe zu stehen scheint, spezielle Ausbildung des Ratitentypus dar. Dafür spricht zum Beispiel auch die Tatsache, dass der zu den Rheornithen gestellte Dasornis ausser mit Rhea auch mit Struthio und Dinornis Ähnlichkeit besitzt, also mit Gattungen, die untereinander keine direkte phylogenetische Verwandtschaft verbindet. Wir geben nur die Verteilung der Familien anf die einzelnen Schichten an.

Microlestesschicht:	**Hystricidenschicht:**	**Megalonyxschicht:**
	Picopasseriformes.	
Turdidae.	Hirundinidae Ae.	Timaliidae I.
Sylviidae.		Pycnonotidae I.
Panuridae.		?Oriolidae I.
Cinclidae.		Nectarinidae I.
Troglodytidae.		Dicaeidae Au. (China,
*Chamaeidae.		Japan.)
Certhiidae.		—
Sittidae.		Caerebidae Sa.
Paridae.		Mniotiltidae Sa.
Muscicapidae.		Vireonidae Sa.
Laniidae.		Ampelidae Sa. (auch palä-
Corvidae.		arktisch).
—		Icteridae Sa.
Fringillidae.		Tanagridae Sa.
—		—
Sturnidae.		Tyrannidae Sa.
Alaudidae.		Pittidae Au.
Motacillidae.		—
—		Trochilidae Sa.

Microlestesschicht:	Hystricidenschicht:	Megalonyxschicht:
Picidae.		
Yungidae.		
Cypselidae.		
	Halyciformes.	
Alcedinidae.		Meropidae I.
Upupidae.		
†Bucerotidae.		
	Coraciformes.	
Strigidae.	?†Leptosomidae Ae.	(Caprimulgidae Sa.)
	Coracidae Ae.	
	Caprimulgidae Ae.	
	Coccygiformes.	
	†Musophagidae Ae.	(Cuculidae Sa.)
	Cuculidae Ae.	
	†Trogonidae Ae.	
	Psittaciformes.	
	†Psittacidae Ae.	Conuridae Sa.
	Columbiformes.	
	Columbidae Ae.	(Columbidae Sa.)
	Pteroclidae Ae.	
	Galliformes.	
Tetraonidae.		
Phasianidae.		
	Gruiformes.	
Rallidae.	Turnicidae Ae.	
Gruidae.		
	Charadriiformes.	
Scolopacidae.	Glareolidae Ae.	
Charadriidae.	Otididae Ae.	
Laridae.		
*Alcidae.		
	Tubinares.	
Procellaridae.		
	Ciconiiformes.	
Accipitridae.	Vulturidae Ae.	Sarcorhamphidae Ae.
Falconidae.	†Serpentariidae Ae.	Polyboridae Sa.
Pandionidae.	Buteonidae Ae.	(Buteonidae Sa.)
—		
	Gypaëtidae Ae.	(Aquilidae Sa.)
	Aquilidae Ae.	
	—	
Sulidae.	(Pelecanidae Ae.)	
Phalacrocoracidae.	Pelecanus Ae.	
Pelecanidae.		
—	—	
	Ardeïdae Ae.	(Ciconiidae Sa.)
	Plataleïdae Ae.	
	Ciconiidae Ae.	
	—	
Phoenicopteridae.	(Phoenicopteridae Ae.)	
	Phoenicopterus Ae.	

Microlestesschicht:	**Hystricidenschicht:**	**Megalonyxschicht:**
	Podicipitiformes.	
Colymbidae.		
Podicipidae.		
	Anseriformes.	
Anatidae.		
†Gastornithidae.		
	††Odontormae.	
*††Ichthyornithidae.		
*†Ratitae boreales.	Struthiornithes.	
*†Macrornithidae.	Struthionidae Ae.	
*†Dasornithidae.		
*†Megalornithidae.		
*††Odontalcae.		
	††Saurura.	
*††Archaeopterygidae.		

Ordnen wir die Regionen nach dem Prozentgehalt an nordischen Familien, so bekommen wir folgende Reihe:

Neotropische Region	28%
Äthiopische Region	48%
Madagassische Region	52%
Australische Region	56%
Holarktische Region	61%.
Orientalische Region	62%

Der Durchschnittswert ist 51%. Bei den Vögeln ist ein Übergewicht der Känogäa kaum vorhanden. Dies wird hauptsächlich durch den Formenreichtum der neotropischen Region bedingt, die durch ihre zahlreichen nach Nordamerika gewanderten Familien auch den holarktischen Prozentsatz herunterdrückt. Da die südlichen Familien sich meist nur auf ein Gebiet der holarktischen Region beschränken, so erhalten wir bessere Werte, wenn wir diese einzeln berechnen. Wir erhalten an nordischen Familien:

Nearktisches Gebiet	64%
Paläarktisches Gebiet	68%

Der Durchschnitt wird dann auf 54% erhöht. Aus der Zusammenstellung ersehen wir, dass das paläarktische Gebiet als Verbreitungszentrum der nordischen Vögel anzusehen ist, die sich hauptsächlich über die orientalische Region hinweg nach Süden ausdehnten, wie die neotropische Region das Hauptgebiet der südlichen Vögel darstellt, die von hier Afrika und Madagaskar erreichten.

Die phylogenetische Entwicklung der Vögel ist noch ziemlich in Dunkel gehüllt, da wir von ihnen nur sehr spärliche fossile Reste besitzen. Ihr Stammbaum, wie ihn in meisterhafter Weise Fürbringer aufgestellt hat, gründet sich fast nur auf die an den lebenden Formen beobachteten Einzelheiten. Infolgedessen können wir bei ihnen nicht so eingehend

wie bei den Säugetieren die Verbreitung der Familien innerhalb der Region verfolgen. Bereits aus der Kreideformation sind bekannt die Grui-, Charadrii-, Ciconii-, Anseriformen, Odontormen und Odontalcen, alles Typen, die der Wurzel des Vogelstammes noch verhältnismässig nahe stehen. Doch können wir aus der Verbreitung der Familien schliessen, dass auch die anderen Ordnungen in der Kreidezeit schon sich spezialisiert hatten, da sie fast alle paläogäische und känogäische Familien bereits im Alttertiär aufzuweisen haben. Ausnahmen bilden die südlichen Ratiten, die Halyci-, Psittaci-, Columbiformen, wahrscheinlich auch die Coccygiformen, die erst später sich spezialisiert haben mögen. Dagegen repräsentieren die Crypturen einen zu altertümlichen Typus, um erst später ausgebildet worden zu sein, und ähnliches gilt von den Podicipiti- und Aptenodytiformen, die einen nordischen und einen südlichen Zweig der Anseriformen repräsentieren. Wir sehen also, dass die Vögel in ihrer Differenzierung viel rascher vorgeschritten sind als die Säugetiere, obwohl sie jünger sind als diese. Selbst die Differenzierung in Familien muss zum Teil schon in der Kreide abgeschlossen worden sein, wenigstens bei den *Ralliden, *Scolopaciden, Charadriiden, Lariden, Procellariden, Pelecaniden, ?Ardeiden, ?Plataleiden, *Phönicopteriden, *Anatiden, Gastornithiden, die im Alttertiär beiden Reihen angehören. Die mit einem Stern * bezeichneten Familien sind aus der Kreide wirklich fossil bekannt. Während der Kreidezeit finden wir in Nordamerika 8, in Europa 2 Gattungen, sehen also auch hier die Überlegenheit des nearktischen Gebietes im Anfange der Entwicklung der modernen warmblütigen Wirbeltiere. Doch sehr bald kehrte auch bei den Vögeln das Verhältnis der östlichen und westlichen Hemisphäre sich um. Was die Wanderungen der Vögel anlangt, so haben wir solche zum Teil schon oben kennen gelernt. Die Vögel der Hystricidenschicht, die Nordamerika erreicht haben, die Hirundiniden, Columbiden, Buteoniden, Aquiliden, Ardeïden und Plataleïden, sind jedenfalls während der Miozänzeit über die Beringstrasse, die damals aber noch nicht bestand, nach dem nearktischen Gebiete gelangt. Andererseits sind im Pliozän von den Familien der Megalonyxschicht die Ampeliden in umgekehrter Richtung in das paläarktische Gebiet gekommen, allerdings nur in einer Gattung. Im übrigen aber müssen wir darauf verzichten, die Wechselwirkung der beiden Teile der holarktischen Region in Bezug auf die Vögel untersuchen zu wollen.

§ 94. Wenden wir uns nun zu den **Reptilien**, so gehören die Pterosaurier, Dinosaurier, Rhynchocephalen, Theromorphen, Sauropterygier und Ichthyosaurier selbstverständlich der ältesten Schicht an, da sie im Tertiär bereits ausgestorben sind. Ihre Verbreitung werden wir erst später eingehender besprechen. Gleiches gilt von den jetzt aus der Region bis auf die Alligatoriden verschwundenen Krokodilen. Dagegen sind die Ophidier meist südliche Familien. Der Didelphyidenschicht können zwar noch keine angehören, dagegen rechnen wir zur Hystri-

cidenschicht die Colubriden, von denen im Miozän Europas vier Gattungen auftreten, ferner die Homalopsiden (Cantoria) und Elapiden, von denen eine Naja im Miozän von Steinheim sich findet. Erst im Pliozän haben jedenfalls die Typhlopiden, Oligodontiden, Calamariden und Dipsadiden von Indien aus, und die Psammophiden von Afrika aus das paläarktische Gebiet erreicht. Ebenso sind mit der Megalonyxschicht Calamariiden, Oligodontiden, Colubriden, Homalopsiden und Elapiden nach Nordamerika gelangt. Unter den Lacertiliern haben wir zunächst auch wieder eine Anzahl von Familien, die zu der Megalonyxschicht zu rechnen sind. Besonders erwähnen müssen wir die altweltlichen Formen. Pliozäne Einwanderer sind hier jedenfalls die Chamäleontiden, die Amphisbäniden und die Sepiden, die nur wenig weit in das paläarktische Gebiet eingedrungen sind. Dies gilt zwar auch von den für das mittelmeerische Gebiet endemischen Trogonophiden und Ophiomoriden, doch spricht der Umstand für eine frühe Einwanderung, dass wir es hier eben mit spezialisierten Familien zu tun haben. Die Gymnophthalmiden haben jetzt ein so zerstreutes Areal als Wohngebiet, dass wir ihre Ausbreitung in das paläarktische Gebiet als mindestens der der Hystriciden gleichzeitig ansehen müssen. Die Scinciden und Geckotiden endlich haben auch nach Nordamerika sich ausgebreitet, die ersteren sind ausserdem im europäischen Miozän durch zwei fossile Gattungen vertreten. Unter den Schildkröten endlich sind höchstens die Cinosterniden erst mit der Megalonyxschicht nach Nordamerika gekommen, wo sie über die Union sich ausbreiteten. Die Reptilien verteilen sich also folgendermassen auf die einzelnen Schichten:

Microlestesschicht:	**Hystricidenschicht:**	**Megalonyxschicht:**
*††Pterosauria.		
*††Pteranodontidae Kr.		
*††Ornithocheiridae Kr.		
*††Rhamphorhynchidae Ma.		
*††Pterodactylidae Ma.		
†Dinosauria.		
*††Ornithomimidae Kr.		
*††Nanosauridae Ma.		
*††Hadrosauridae Kr.		
*††Iguanodontidae Kr.		
*††Camptosauridae Kr.		
—		
*††Ceratopsidae Kr.		
—		
††Stegosauridae Kr.		
*††Scelidosauridae Kr.		
—		
*††Hallopidae Ma.		
*††Compsognathidae Ma.		
*††Coeluridae Kr.		

Microlestesschicht:	Hystricidenschicht:	Megalonyxschicht:
*††Anchisauridae K.		
*††Ceratosauridae Ma.		
††Megalosauridae Kr.		
††Zanclodontidae K.		
—		
(††Titanosauridae) Kr.		
*††Diplodocidae Ma.		
*††Morosauridae Kr.		
*††Atlantosauridae Ma.		
*††Cetiosauridae Kr.		
—		
*††Ornithichnites B.		
Crocodilia.		
†Crocodilidae Pl.		
Alligatoridae.		
*††Bernissartidae Kr.		
*††Goniopholidae Kr.		
*††Atoposauridae Ma.		
—		
†Gavialidae E.		
†Rhynchosuchidae Mi.		
††Macrorhynchidae Kr.		
††Metriorhynchidae Ma.		
††Teleosauridae Kr.		
—		
*††Aëtosauridae K.		
—		
††Thecodontidae K.		
	Ophidia.	
(Typhlopidae Kr.)	Colubridae Ae.	Typhlopidae (Ae.) I.
Tortricidae.	Homalopsidae Ae.	Calamariidae Au. Sa.
Pythonidae.	Elapidae Ae.	Oligodontidae Au. Sa.
Erycidae.		(Colubridae Sa.)
Crotalidae.		(Homalopsidae Sa.)
Viperidae.		Psammophidae Ae.
		Dipsadidae (Ae.) I.
		(Elapidae I. Sa.)
Pythonomorpha.		
††Mosasauridae Kr.		
††Plioplatecarpidae Kr.		
	Lacertilia.	
Varanidae.	*Trogonophidae Ae.	Chamaeleontidae Ae.
Lacertidae.	Gymnophthalmidae Ae.	Chirotidae Sa.
Ophisauridae.	Scincidae Ae.	Amphisbaenidae Ae.
Iguanidae.	*Ophiomoridae Ae.	Tejidae Sa.
Agamidae.	Geckotidae Ae.	Zonuridae Sa.
*††Dolichosauridae Kr.		Chalcidae Sa.
		(Scincidae Sa.)
		Sepidae Ae.
		(Geckotidae Sa.)
		(Iguanidae Sa.)

Microlestesschicht:	**Hystricidenschicht:**	**Megalonyxschicht:**
†Rhynchocephalia.		
*†Champsosauridae E.		
††Proterosauridae B.		
—		
*††Rhynchosauridae K.		
††Sphenodontidae Ma.		
††Theromorpha.		
*††Diadectidae Perm.		
††Pariotychidae P.		
††Cynodontidae P.		
*††Placodontidae K.		
††Dicynodontidae B.		
††Oudenodontidae P.		
	Testudinata.	
†Chelydidae E.		Cinosternidae Sa.
†Amphichelydidae Mi.		
—		
Chersidae.		
Emydidae.		
†Dermatemydidae E.		
*Chelydridae.		
*††Thalassemydidae Kr.		
*†Chelonemydidae Mi.		
Chelonidae.		
—		
Dermochelydidae.		
—		
Trionychidae.		
††Sauropterygia.		
*††Pistosauridae Mu.		
††Plesiosauridae Kr.		
*††Nothosauridae K.		
††Ichthyosauria.		
††Ichthyosauridae Kr. (Mi?)		

Die Formationsabkürzungen hinter den für die Region ausgestorbenen Familien der Microlestesschicht bezeichnen die jüngste Formation, in der noch Reste von ihnen vorkommen. Wir sehen ohne weiteres, dass wir hier einen sehr hohen Prozentsatz an nordischen Familien bekommen müssen. Wir stellen noch einmal alle in Betracht kommenden Werte zusammen. Es haben an nordischen Familien:

Neotropische Region	14%	ohne ausgestorbene Familien 15%
Madagassische Region	16%	„ „ „ 17%
Äthiopische Region	17%	„ „ „ 20%
Australische Region	41%	„ „ „ 42%
Orientalische Region	42%	„ „ „ 50%
Holarktische Region	78%	„ „ „ 46%

Dies gibt ein Mittel von 35% bez. 32%. Wir sehen daraus, dass die Reptilien vorwiegend in der Paläogäa sich differenziert haben. Dies

erklärt sich daraus, dass die Hauptentwicklung derselben in eine Zeit fällt, in der im Süden die Landmassen grösser waren als im Norden. Im übrigen sind die Folgerungen dieselben wie bei den Vögeln, indem nur die äthiopische und madagassische Region ihren Platz vertauscht haben, da die letztere von den nordischen Reptilien nicht so leicht erreicht werden konnte, als von den nordischen Vögeln. Wählen wir statt der holarktischen Region ihre beiden Untergebiete, so stehen diese in jeder Beziehung an der Spitze und zwar sind ihre Werte einander fast vollkommen gleich. Wir erhalten:

Nearktisches Gebiet	79,66 %,	ohne ausgestorbene Familien	53,8 %
Paläarktisches Gebiet	79,75 %,	„ „ „	54,3 %
also in beiden Fällen rund	80 %,	„ „ „	54 %

Das Mittel steigt dann auf 41 % bez. 36 %.

Wenn wir die Verbreitung der Reptilien innerhalb der holarktischen Region ins Auge fassen, so sind von den jetzigen Hauptvertretern der Klasse, den Lepidosauriern, eine Reihe von Familien auf die östliche Hemisphäre beschränkt. Soweit diese aber eine weitere Verbreitung besitzen, haben sie fast alle fossile Vertreter auch in Nordamerika, so die Eryciden bis zum Miozän, die Varaniden bis zum Eozän. Dies spricht dafür, dass die modernen Lepidosaurier sich wie die Placentalier von Nordamerika aus über die Erde verbreitet haben, zumal sie nur wenig älter sind als diese, wenn auch ihre uns unbekannten Vorläufer bis an den Anfang der mesozoischen Zeit zurückreichen werden. Im Eozän sind die Lepidosaurier besonders in Nordamerika vertreten, wo sich 4 Ophidier- und 6 bezw. 7 Lacertiliergattungen finden, 7 wenn die Chamäleontidenreste von Wyoming echt sind. Dagegen steht in Europa nur die einzige Pythonidengattung Palaeophis aus dem Londonton. Erst im unteren Oligozän sind wie die Säugetiere auch die Lepidosaurier reichlicher vertreten. Im europäischen Oligozän finden sich 3 Ophidier und 5 Lacertilier, also von beiden eine geringere Zahl, als im nearktischen Eozän. Wir schliessen daraus, dass die nordischen Lepidosaurierfamilien sich während des Eozän von Nordamerika nach Europa verbreitet haben, also in derselben Richtung, in der in dieser Zeit auch die Hauptwanderungen der Säugetiere stattfanden. Zum Teil starben die Familien in einem Gebiete wieder aus, im paläarktischen die Boinen und Iguaniden, im nearktischen die Pythoninen, Eryciden, Varaniden und eventuell die Chamäleontiden. Spätere Wanderungen müssen wir bei einigen Familien der Hystricidenschicht annehmen, so müssen die Colubriden Coluber und Cyclophis, die Geckotiden Tarentola und Stenodactylus über die Gegend der Beringstrasse Nordamerika erreicht haben und zwar im Miozän, als noch ein milderes Klima hier herrschte als jetzt, und daher auch die Schlangen und Eidechsen in nördlicheren Gebieten leben konnten. Die Familien der Megalonyxschicht dagegen sind

streng auf eines der holarktischen Gebiete beschränkt, da im Pliozän die niedrigere Temperatur nicht mehr einen Ausgleich in so hohen Breiten gestattete. Die anderen Reptilordnungen sind bereits am Beginne der Tertiärzeit soweit differenziert, dass viele noch jetzt lebende Gattungen bis ins Eozän und selbst bis in die Kreideformation zurückweichen. Dies gilt z. B. von Crocodilus. Diese Gattung erscheint in Europa in der obersten Kreide, in Nordamerika in den Puercoschichten. Dies spricht für einen europäischen Ursprung, zumal die wahrscheinlichen Vorfahren der Crocodiliden, die Goniopholiden vorwiegend europäisch sind. Nur aus dem Malm kennen wir eine nordamerikanische Gattung mit drei Arten, der mindestens elf europäische Arten gegenüberstehen, die auf vier Gattungen sich verteilen. Von den Rhynchocephalen kommen für die Tertiärzeit in der holarktischen Region nur noch die Champsosauriden in Betracht. Die eine Gattung findet sich in der obersten Kreide und in den Puercoschichten von Nordamerika, die zweite in den den letzteren gleichaltrigen Schichten von Cernays, so dass ihre Verbreitung der der ältesten Placentalier analog erfolgt zu sein scheint. Auch bei verschiedenen Schildkrötenfamilien finden wir das gleiche Verhältnis. Von den Chersiden erscheint als erste Gattung Testudo im mittlen Eozän von Nordamerika, die ältesten europäischen Reste sind oligozän. Ausserdem haben wir angenommen, dass die Familie schon im Alttertiär die Paläogäa erreicht hatte. Die fossilen Chelonemydiden sind in der nordamerikanischen oberen Kreide durch 6 Gattungen vertreten, in der europäischen nur durch eine Art einer Gattung, die zugleich nearktisch ist. Ebenso erscheinen die Trionychiden zuerst in der nordamerikanischen Kreide, während sie in Europa erst im unteren Eozän auftreten. Nach dieser Verbreitung müssen wir also annehmen, dass die Familien von dem nearktischen nach dem paläarktischen Gebiete sich ausgebreitet haben. Dagegen erscheinen die Emydiden in Europa ebenso früh als in Nordamerika, nämlich im mittleren Eozän. Die Familie erreicht ihre Hauptentfaltung in Europa, von wo Zittel allein 21 Arten von Emys namentlich aufführt. Nordamerikanisch ist eine zweifelhafte Gattung aus dem Eozän und über ein Dutzend Arten von Emys. Diesen stehen aber abgesehen von Emys vier Gattungen mit nur paläarktischen und sechs Gattungen mit nur orientalischen fossilen Arten gegenüber. Aus diesen Gründen können wir annehmen, dass die Emydiden ihr Entwicklungszentrum im paläarktischen Gebiete besassen, von wo sie erst im Eozän nach Nordamerika gelangten, so dass sie nicht wie die Chersiden von hier die Paläogäa erreichen konnten. Von den Chelydriden scheint wenigstens Chelydra in derselben Weise sich ausgebreitet zu haben, aber erst im Miozän, da sie fossile Reste nur in Europa hinterlassen hat, während zwei andere fossile Gattungen in der Kreide von Kansas sich finden und eine dritte im oberen Eozän. Die ältesten Cheloniden finden sich ebenfalls in Europa, nur eine eozäne Gattung Lembonax ist nordamerikanisch. Sie sind also mit den letztgenannten Chelydriden zusammenzustellen.

Wir stellen nun noch die Familien zusammen, von denen eine Wanderung als wahrscheinlich anzunehmen ist.

Kreide und unterstes Eozän:	**Übriges Eozän und Oligozän:**	**Miozän:**
Crocodilia.		
Crocodilidae N. ← ○ P.		
	Ophidia.	
Typhlopidae N. → P.	Tortricidae ○ N. → P.	Colubridae P. → N.
Pythonidae ○ N. → P.	Boinae ○ N. → P.	Coluber.
	Erycidae N. → P.	Cyclophis.
	Crotalidae N. → P.	
	Viperidae ○ P.	
	Lacertilia.	
	Varanidae ○ N. → P.	Geckotidae P. → N.
	Lacertidae ○ P.	Tarentola.
	Ophiosauridae ○ N. → P.	Stenodactylus.
	Iguanidae ○ N. → P.	
	Agamidae ○ P.	
Rhynchocephalia.		
Champsosauridae ○ N. → P.		
	Testudinata.	
Emydidae N. ← ○ P.	Chersidae ○ N. → P.	Chelydridae P. → N.
Chelydridae N. ← ⊙ P.		Chelydra.
Toxochelys.		
Compsemys.		
Anostira.		
Chelonemydidae ○ N. → P.		
Chelonidae N. ← ○ P.		
Trionychidae ○ N. → P.		

Von den anderen Reptilienordnungen, sowie von den mesozoischen Gruppen der hier erwähnten soll später noch ausführlicher die Rede sein.

§ 95. Die **Amphibien** sind noch jetzt in der Känogäa weitverbreitet. Eine ganze Ordnung, die Urodelen, ist fast ausschliesslich holarktisch, eine zweite, die fossilen Stegocephalen, ist es zum grössten Teile. Wir müssen daher die meisten Familien der Microlestesschicht zurechnen. Südliche Familien finden wir nur unter den Batrachiern. Die Cystignathiden und die Engystomatiden erreichen gerade das südliche Grenzland des nearktischen Gebietes, wir rechnen sie daher zur Megalonyxschicht. Dieser müssen wir jedenfalls auch die Hyliden zuzählen, deren ursprüngliche Verbreitung ähnlich der der Marsupialier gewesen sein dürfte, so dass sie Südamerika und Australien, aber nicht Afrika besiedelten. Von beiden Kontinenten gelangten sie im Pliozän nach Nordamerika bez. nach Indien und weiter in das paläarktische Gebiet. Da die Hyliden nordwärts fast bis an den Polarkreis sich ausgebreitet haben, können sie selbst noch in pliozäner Zeit von Nordamerika nach

Asien gelangt sein, da wir um diese Zeit nach der Verbreitung der Säugetiere noch Landverbindung zwischen beiden Kontinenten annehmen müssen. Die Verteilung der Amphibien ist also eine sehr einfache.

Microlestesschicht:	**Megalonyxschicht:**
Anura:	
Discoglossidae.	Hylidae Sa. Au.
†Palaeobatrachidae.	Engystomatidae Sa.
Pelobatidae.	Cystignathidae Sa.
Bufonidae.	
Ranidae.	
Urodela.	Apoda.
*Salamandridae.	Caeciliidae Sa.
Plethodontidae.	
Amblystomidae.	
—	
*Amphiumidae.	
*Proteïdae.	
*Sirenidae.	
††Stegocephali.	
*††Chirotheriidae.	
††Labyrinthodontidae.	
*††Gastrolepidoti.	
—	
*††Embolomeri.	
††Rhachitomi.	
—	
*††Aïstopoda.	
*††Microsauridae.	
*††Branchiosauridae.	

Die Regionen ordnen sich daher folgendermassen nach ihrem Prozentgehalt an nordischen Amphibien:

		ohne ausgestorbene Familien
Madagassische Region	0%,	0%
Äthiopische Region	14%,	20%
Neotropische Region	23%,	23%
Australische Region	50%,	57%
Orientalische Region	50%,	56%
Holarktische Region	83%,	71%.

Das Mittel daraus sind 37% bez. 38%. Wir bekommen also ein grösseres Übergewicht der Känogäa als bei den Reptilien. Dieses ist besonders gross bei den modernen Amphibien, die ja auch wie die Säugetiere und Vögel in einer Zeit sich differenziiert haben, als das Land im Norden die grösste Ausdehnung besass. Während der mesozoischen Periode fehlen dagegen die Amphibien die längste Zeit hindurch. Daraus, dass auch bei den fossilen Amphibien ein Übergewicht des Nordens sich zeigt, können wir aber noch nicht den Schluss ziehen, dass in paläo-

zoischer Zeit wieder eine Landanhäufung im Norden angenommen werden muss, da wir in den südlichen Ländern bei weitem noch nicht genügend paläontologisches Material besitzen. Ziehen wir die beiden Abteilungen der holarktischen Region in Betracht, so zeigt das paläarktische einen etwas grösseren, das nearktische wegen der Beeinflussung von Südamerika her einen etwas kleineren Prozentsatz an nordischen Familien. Wir erhalten die Werte:

Nearktisches Gebiet	80%,	ohne ausgestorbene Familien	69%
Paläarktisches Gebiet	95%,	„ „ „	91%.

Der Durchschnitt erhöht sich dann in beiden Fällen auf 45%.

Da wir bei den Fischen und bei den Wirbellosen auf eine statistische Zusammenstellung verzichten müssen, so seien an dieser Stelle die durchschnittlichen Prozentsätze der höheren vier Wirbeltierklassen an nordischen Familien noch einmal zusammengestellt. Die erste Zahlenreihe gibt die Werte an, die wir erhalten, wenn wir die ganze holarktische Region zugrunde legen, die zweite, wenn wir ihre Hauptteile getrennt ins Auge fassen:

Säugetiere	53%	bez.	59%
Vögel	51%	bez.	54%
Amphibien	37%	bez.	45%
Reptilien	35%	bez.	41%.

Unter Ausschluss der für die Regionen ausgestorbenen Familien erhalten wir bei den beiden letzten Klassen:

Amphibien	38%	bez.	45%
Reptilien	32%	bez.	36%.

Dass die Amphibien trotz ihres etwas grösseren geologischen Alters vor den Reptilien stehen, erklärt sich daraus, dass sie ihre Hauptentwicklung erst in tertiärer Zeit genommen haben, und zwar im gemässigten Klima, während auch die vorwiegend känozoischen Lepidosaurier mehr tropische Tiere sind, also in der Paläogäa das günstigste Entwicklungsgebiet fanden.

Wenn wir nun zu den Verschiebungen der Amphibienfamilien innerhalb der holarktischen Region übergehen, so haben wir oben schon erwähnt, dass wir annehmen können, die Hyliden wären im Pliozän von Nordamerika nach Asien gelangt. Die fossilen Batrachier sind, soweit sichere Reste in Betracht kommen, alle paläarktisch und zwar beginnen sie im unteren Oligozän, wo sie in den Phosphoriten des Quercy ziemlich häufig vorkommen. Da aber die Batrachier die Paläogäa früh erreicht haben, so müssen wir annehmen, dass sie schon vorher in Nordamerika gelebt haben, wo tatsächlich Cope im Eozän von Wyoming allerdings unsichere Batrachierreste nachgewiesen hat, so dass vermutlich auch der Ursprung dieser känozoischen Tiergruppe im nearktischen Gebiete zu suchen ist, ebenso wie der der Placentalier, vieler Vogelordnungen und der Ophidier. Die Batrachierfamilien müssen

also im Laufe der Tertiärzeit nach Europa gelangt sein, wo die Raniden, Bufoniden und Paläobatrachiden im Oligozän, die Pelobatiden im Miozän erscheinen. Die ältesten Reste der Urodelen stammen aus dem europäischen Wealden. Aus der Kreide kennen wir nur nordamerikanische Amphiumiden, auch ein Beweis dafür, dass die Anuren aus Nordamerika stammen dürften. Von hier haben die Urodelen dann wieder nach Europa sich ausgebreitet und zwar jedenfalls schon im Eozän, da die stark disjungierten Verbreitungsareale für eine frühzeitige Ausbreitung sprechen. Selbst lebende Gattungen wie Salamandra und Triton reichen bis ins Miozän zurück, und dadurch erklären sich jedenfalls einige merkwürdige Beziehungen der Urodelen. So kommen die sonst rein amerikanischen Plethodontiden auch auf Sardinien, Korsika und in Teilen Italiens vor, und zwar vertritt sie hier dieselbe Gattung Spelerpes, der wir auch in Südamerika begegnet sind. Hier haben wir es jedenfalls mit einem eozänen Einwanderer zu tun, der nur in einem sehr beschränkten Gebiete sich hat behaupten können. Dagegen sind die Amblystomiden vielleicht erst im Miozän nach Ostasien gelangt, da sie auch aus Europa nicht fossil bekannt sind. Bei den Amphiumiden, die auch ostasiatisch-nordamerikanisch sind, können wir gleiches annehmen. Doch sind von ihnen auch Formen gleichzeitig nach Europa gelangt, wie der berühmte miozäne Andrias beweist, der auch an die nearktische Gattung Menopoma sich anschliesst, ebenso wie an den ostasiatischen Cryptobranchus. Endlich sind noch die Proteiden zu erwähnen. Das isolierte Vorkommen der monotypen Gattung Proteus in der österreichischen Höhlenfauna lässt auf eine sehr frühe wahrscheinlich bereits im Eozän erfolgte Wanderung der sonst nearktischen Proteiden schliessen. Während diese in Nordamerika sich ruhig weiter entwickeln konnten, wurden sie in Europa zurückgedrängt und zogen sich schliesslich in die Höhlen zurück, in denen sie eine weitgehende Rückbildung erfuhren. Mindestens scheint die Familie im Miozän in Europa gelebt zu haben, da wir aus dieser Formation die fossile Gattung Orthophyia von Oeningen besitzen, die ihrem Äusseren nach aber auch den jetzt rein nordamerikanischen Sireniden nahe gestanden hat. Die Stegocephalen endlich sind bereits vor der Tertiärzeit ausgestorben, kommen demnach für uns jetzt nicht in Betracht. Wir haben also vermutlich folgende Wanderungen der modernen holarktischen Amphibien anzunehmen:

Kreide und unterstes Eozän:	**Übriges Eozän und Oligozän:**	**Miozän:**	**Pliozän:**
	Anura:		
	Ranidae ○ N. → P.		Hylidae P. ⇆ N.
	Bufonidae N. → P.		
	Palaeobatrachidae N. → ○ P.		
	Pelobatidae N. → P.		
	Discoglossidae N. → ○ P.		

Kreide und unterstes Eozän:	Übriges Eozän und Oligozän:	Miozän:	Pliozän:
	Urodela:		
Amphiumidae N.←○P.	Plethodontidae ○N.→P.	Amblystomidae P.←○N.	
	Salamandridae N.→P.	—	
	Proteïdae N.→P.	Amphiumidae P.←N.	
	?Sirenidae N.→P.		

Die Verbreitung der Cäciliiden ist schon bei der Paläogäa erwähnt worden, auf die Stegocephalen dagegen werden wir später einzugehen haben.

§ 96. Unter den **Fischen** haben nur wenige paläogäische Familien die Region erreicht. Zu erwähnen sind die Chromiden und zum Teil auch die Cyprinodontiden (Haplochilus), die zur Megalonyxschicht gehören. Die ersten müssen wir ausserdem zur Pelegriniaabteilung rechnen, während die Symbranchiden und Labyrinthfische im Pliozän von Indien nach China gelangt sein dürften. Alle anderen Familien der holarktischen Binnengewässer müssen wir entweder als seit dem Alttertiär einheimisch oder als spezielle Anpassungen ansehen. Auch die marinen Fische sind jedenfalls in den Meeren des Gebietes schon sehr lange wohnhaft. Wir erhalten also folgende Verteilung der Fischfamilien:

Microlestesschicht:	Megalonyxschicht:	Spezielle Anpassung:
	Anacanthini.	
Lycodidae m.		*Gadidae.*
Gadidae m. O.		
Ophididae m. Mi.		
Macruridae m.		
*Ateleopodidae m.		
Pleuronectidae m. E.		
	Acanthopterygii.	
**Gasterosteidae.*	*Labyrinthici* I.	*Gobiidae.*
Berycidae m. Kr.		**Blennidae.*
Percidae E.		*Sciaenidae.*
**Aphredoderidae* E.		
Pristipomatidae m. E.		
Mullidae m.		
Sparidae m. Kr.		
†Squamipennes m. E—Pl.?		
*Heterolepididae m.		
Scorpaenidae m. Mi.		
**Cottidae* O.		
Cataphracti m. Kr.		
Trachinidae m. E.		
Sciaenidae m.		
+Sphyrenidae m. E.—O.		

Microlestesschicht:	**Megalonyxschicht:**	**Spezielle Anpassung:**
†Trichiuridae m. E.—Mi.		
Scombridae m. E.		
Carangidae m. Kr.		
*Palaeorhynchidae m. E.		
Xiphiidae m. Kr.? E.		
Gobiidae m. Kr.		
Discoboli m.		
Batrachidae m.		
Pediculati m. E.		
Blennidae m. E.		
**Comephoridae.*		
Trachypteridae m.		
*Lophotidae m.		
†Teuthididae m. E.		
†Acronuridae m. E.		
Hoplegnathidae m.		
Atherinidae m. E.		
Mugilidae m. Kr.		
Cepolidae m.		
Gobiesocidae m.		
*Psychrolutidae m.		
Centriscidae m.		
Fistularidae Kr.		
Mastacembelidae.		
Notacanthidae m.		
*†Blochiidae m. E.		
	Pharyngognathi.	
Pomacentridae m. E.	*Chromidae* Ae. Sa.	**Embrotocidae.*
Labridae m. Kr.		
*Embrotocidae m.		
Gerridae m.		
	Physostomi.	
Siluridae Plotosinae.	*Siluridae Rhinoglaninae* Ae.	*Clupeidae.*
„ *Silurinae.*		
„ *Bagrinae.*	*Cyprinodontidae* Ae. Sa.	
† „ *Pimelodinae.*	Haplochilus Ae. Sa.	
„ *Ariinae.*	*Symbranchidae* Au.	
*††Saurocephalidae m. Kr.		
*††Hoplopleuridae m. Mu.—Kr.		
*†Stratodontidae m. Kr.—Mi.		
Sternoptychidae m.		
Scopelidae m. Kr.		
Stomiatae m.		
Alepocephalidae m.		
Halosauridae m.		
**Salmonidae* Kr.		
**Percopsidae.*		
**Esocidae* Kr.		
**Umbridae.*		
Scombresocidae m. Kr.		

Microlestesschicht:	**Megalonyxschicht:**	**Spezielle Anpassung:**
Cyprinodontidae O.		
*Cyprinodon O.		
Fundulus.		
**Heteropygii.*		
Cyprinidae E.		
Gonorhynchidae m.		
**Hyodontidae.*		
†*Osteoglossidae* E.		
Clupeidae m. Li.		
Muraenidae Kr.		
	Plectognathi.	
Sclerodermatidae m. Kr.		*Gymnodontidae.*
Gymnodontidae m. E.		
	Lophobranchii.	
Solenostomidae m. E.		
Syngnathidae m. E.		
	Ganoidei.	
†Pycnodontidae Do.—E.		?*Accipenseridae.*
—		
Amiadae Ma.		
††Cyclolepidoti Li.—Ma.		
††Microlepidoti Li.—Ma.		
—		
Lepidosteidae E.		
††Rhynchodontidae Li.—Kr.		
*††Saurodontidae K.—Kr.		
††Sphaerodontidae Mu.—E.		
††Stylodontidae P.—Ma.		
—		
*††Platysomidae Cb.—Z.		
††Palaeoniscidae De.—Ma.		
—		
*††Rhombodipterini De.—P.		
††Cyclodipterini De.—P.		
*††Coelacanthini Cb.—Kr.		
*††Phaneropleurini De.—Cb.		
—		
*††Acanthodidae De.—P.		
—		
**Spatularidae* De.		
*Accipenseridae m. E.		
—		
*††Arthrodira De.—Z.		
*††Antiarcha De.		
—		
*††Tremataspidae Si.		
*††Thyestidae Si.		

Microlestesschicht:	Megalonyxschicht:	Spezielle Anpassung:
*††Cephalaspidae. Si.—De.		
—		
*††Pteraspidae Si.—De.		
	Dipnoi.	
††Ceratotidae B.—Do.		
*††Ctenodipterini De.—P.		
	Selachii.	
Chimaeridae m. De.		
—		
Myliobatidae m. Kr.		
Trygonidae m. E.		
Rajidae m. Li.		
Torpedinidae m. Kr.		
Rhinobatidae m. Ma.		
*††Petalodontidae m. Cb.—K.		
*††Psammodontidae m. Cb.		
Pristidae m. Kr.		
Pristiphoridae m. Li.		
—		
Squatinidae m. Z.		
*††Xenacanthidae m. De.—R.		
Spinacidae m. Li.		
Cestracionidae m. Si.? Cb.		
Scyllidae m. Li.		
*††Cochliodontidae m. Cb.—Z.		
*††Hybodontidae m. Si.—Kr.		
Notidanidae m. Cb.		
Lamnidae m. Cb.		
Carcharidae m. Kr.		
	Cyclostomi.	
Myxinidae m.		*Petromyzontidae.*
Petromyzontidae m.		
	Leptocardii.	
Amphioxidae.		

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, dass die meisten Familien schon ein sehr hohes Alter besitzen, und dass daher aus ihrer Verbreitung nur wenig treffende Schlüsse auf die geographischen Verhältnisse der Tertiärzeit gezogen werden können. Doch scheinen einige jetzt holarktische Familien erst spät Nordamerika erreicht zu haben, so die Gasterosteiden, Süsswassercottiden und Salmoniden, alle zunächst wegen ihrer beschränkten Ausbreitung im nearktischen Gebiete. Ausserdem sind die Cottiden nur aus Europa fossil bekannt, die Salmoniden erscheinen wenigstens erst im Miozän in Nordamerika, während sie in dem paläarktischen Gebiete bereits in der Kreideformation in mehreren

Gattungen vertreten sind, und während andere Familien in der nearktischen Kreide bez. dem dortigen Alttertiär häufig sich finden. Wir können hiernach annehmen, dass die genannten drei Familien erst im Miozän nach Nordamerika gelangten. Gleiches gilt wohl auch von den modernen Muräniden, die ebenfalls nur in Europa fossil sich finden, doch sprechen die paläogäischen Familien der Gymnotiden und Symbranchiden dafür, dass in mesozoischer Zeit aalartige Fische auch in Nordamerika sich fanden. Dagegen haben die Esociden, Umbriden, zum Teil die Siluriden und andere von Nordamerika im Eozän sich ausgebreitet. Die ersten z. B. treten in Nordamerika in der Kreide, in Europa im Eozän auf. Von den in Nordamerika endemischen Teleostierfamilien sind die Aphroderiden alte Bewohner, die bereits im Eozän Verwandte besitzen, die Percopsiden dagegen haben sich jedenfalls erst nach dem Miozän von den Salmoniden abgezweigt. Dagegen sind die Heteropygier und die Hyodontiden jedenfalls ebenfalls schon lange in dem Gebiete, wenn sie auch keine fossilen Reste hinterlassen haben. Unter den Cypriniden sind die Catostominen nearktisch, bereits im Eozän ist eine Gattung von ihnen in Nordamerika. Zwei Gattungen Catostomus und Sclerognathus haben jedenfalls im Miozän Ostsibirien bez. Nordchina erreicht. Dagegen scheinen die Cyprininen, Leuciscinen und Abramidinen paläarktischen Ursprungs und erst später nach Nordamerika gelangt zu sein. Besonders bei den ersten zeigen die nearktischen Gattungen ostasiatische Verwandtschaft. Die Siluriden sind in der Kreide von Europa in sechs, in Nordamerika in nur einer Gattung Pelecopterus vertreten, die aber wahrscheinlich eine besondere Familie repräsentiert. Dagegen sind sie im Eozän von Nordamerika häufiger. Sie sind also jedenfalls in der Kreide westwärts gewandert, im Tertiär dann umgekehrt, wie wir bei Südamerika bei Pimelodus und Arius schon erwähnt haben. Wenden wir uns zu den Ganoiden, so sind die jetzt rein nearktischen Amiaden hier erst seit dem Eozän zu finden, alle ihre Vorfahren lebten in Europa, selbst die Gattung Amia findet sich hier bis zum Miozän. Auch Lepidosteus ist in Europa gefunden worden, auch dessen Ordnung ist besonders in Europa entwickelt und muss in der Kreide nach Nordamerika und Südamerika gelangt sein, nachdem sie in ersterem Kontinente bereits in der Trias gelebt hatte. Die Spatulariden sind in Europa fossil nur aus dem Lias bekannt, in Nordamerika auch aus dem Eozän. Von hier ist vermutlich im Miozän Psephurus nach Ostasien gelangt. Die Accipenseriden sind keine eigentlichen Süsswasserfische, jedenfalls aber europäischen Ursprungs. Wir bekommen also folgende Wanderungen:

Kreide und unterstes Eozän:	**Übriges Eozän und Oligozän:**	**Miozän:**
	Teleostei.	
Percidae N. ← P.	Siluridae N. → P.	Gasterosteidae ○ P. → N.
Aphredoderidae ○ N.	Pimelodus.	Cottidae ○ P. → N.
Comephoridae ○ P.	Arius.	Salmonidae ○ P. → N.

Kreide und unterstes Eozän:	Übriges Eozän und Oligozän:	Miozän:
?Mastacembelidae ○ P.	Cyprinidae N. ← P.	Cyprinidae.
—	Amyzon ○ N.	Cyprininae P. → N.
Siluridae N. ← P.		Leuciscinae P. → N.
?Pelecopterus.		Leuciscus.
Astephus ○ N.		Abramidinae P. → N.
Rhineastus ○ N.		Abramis.
Esocidae ○ N. → P.		Catostominae P. ← N.
Umbridae ○ N. → P.		Catostomus.
?Cyprinodontidae N. → P.		Sclerognathus.
Heteropygii ○ N.		Muraenidae P. → N.
Hyodontidae ○ N.		
†Osteoglossidae N.		
†Muraenidae N. ← P.		
	Ganoidei.	
Amiadae N. ← ○ P.		Spatularidae P. ← N.
Lepidosteidae N. ← ○ P.		Psephurus ○ P.
Spatularidae N. ← P.		
?Accipenseridae N. ← P.		

Ehe wir nun zu den wirbellosen Tieren übergehen, sei noch eine Bemerkung eingefügt. Bei den Zusammenstellungen der Familien nach ihrer Herkunft ist uns die Didelphyidenschicht nicht wieder begegnet. Es ist aber unmöglich anzunehmen, dass ihr nicht auch aus anderen Tierklassen Gruppen zugehören sollten. In Betracht kommen dabei nur die Familien der Microlestesschicht. Wir können nur die beiden Schichten nicht trennen, da wir aus Südamerika zu wenig fossile Reste von Wirbeltieren aus vortertiärer Zeit besitzen. Vielleicht werden wir aber später in den Stand gesetzt, hier schärfer als jetzt zu sondern.

§ 97. Wenden wir uns nunmehr den **Insekten** zu, so brauchen wir hier der Zusammenstellung nichts weiter voraus zu schicken, dieselbe ergibt sich aus dem, was bei den früheren Regionen gesagt worden ist, von selbst. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, verweisen wir besonders auf die Zusammenstellung der Insekten bei der orientalischen Region. Alle im folgenden nicht erwähnten aber dort stehenden Familien sind der Microlestesschicht zuzurechnen mit Ausnahme der rein südlichen Doryliden und Dolichoderiden. Wir beschränken uns jetzt in der Hauptsache auf die Lepidopteren und Coleopteren. Dann erhalten wir folgende Zusammenstellung:

Microlestesschicht:	Hystricidenschicht:	Megalonyxschicht:
	Hymenoptera.	
Siehe Or. Reg. S. 224.	(Poneridae Ae.)	(Poneridae Sa.)
	Anochetus.	Odontomachus.
	(Myrmicidae Ae.)	
	Cardiocondyla.	

Microlestesschicht:	**Hystricidenschicht:**	**Megalonyxschicht:**
	Lepidoptera.	
Satyridae.	(Nymphalidae Ae.)	Danaidae Au. Sa.
Satyrus.	Nymphalis.	Danais.
Nymphalidae.	?Libytheidae Ae.	(Satyridae Sa.)
Apatura.	Libythea.	Euptychia.
Argynnis.	Nemeobiidae Ae.	(Nymphalidae Sa.)
*Vanessa.	Nemeobius.	Junonia.
Lycaenidae.		(Libytheidae Sa.)
Lycaena.		Libythea.
Thecla.		Erycinidae Sa.
*Zephyrus.		Charis.
Pieridae.		Apodemia.
Colias.		Amarynthis.
Pieris.		(Pieridae Sa.)
*Anthocharis.		Kricogonia.
Papilionidae.		Natalis.
Papilio.		
*Parnassius.		
Hesperidae.		
Hesperia.		
Erynnis.		
Nesoniades.		
Sphingidae.		
Sphinx.		
Aegeriidae.		
*Sesia.		
Stygiidae.		
Zygaenidae.		
Zygaena.		
usw. siehe Or. Reg. S. 224.		
	Diptera.	
Siehe Or. Reg. S. 224.		
	Coleoptera.	
Cicindelidae.	(Carabidae Ae.)	(Carabidae Sa.)
Carabidae.	Abacetus.	Galerita.
Carabus.	—	Tetragonoderus.
Dytiscidae.		Callida.
Gyrinidae.		—
—		
Clavicornia s. Or. Reg. S. 225.		
—		
Buprestidae.	(Buprestidae Ae.)	(Buprestidae Sa.)
Dicerca.	Colobogaster.	Cinyra.
Ptosima.	Polycesta.	Belionota (fehlt jetzt in Südamerika).
Agrilus.		Polycesta.
—		Brachys.
Serricornia s. Or. Reg. S. 226.		Actenodes.
—		—
Aphodiidae.	Trogidae Ae.	(Trogidae Sa.)
Dynastidae.	Hybosoridae Ae.	(Hybosoridae Sa.)
Copridae.	Orphnidae Ae.	(Orphnidae Sa.)

Microlestesschicht:	Hystricidenschicht:	Megalonyxschicht:
Geotrupidae.	Hopliidae Ae.	(Cetoniidae Sa.)
Cetoniidae.	Rutelidae Ae.	Euphoria.
Valgus.		(Hopliidae Sa.)
Cetonia.		(Rutelidae Sa.)
*Trichius.		Glaphyridae Sa. Au.
Melolonthidae.		Passalidae Sa. Au.
Lucanidae.		—
Platycerus.		
Lucanus.		
Dorcus.		
—		
Prionidae.	(Lamiidae Ae.)	(Cerambycidae Sa.)
Prionus.	Exocentrus.	Smodicum.
Ergates.	Praonetha.	Oeme.
		Cyrtomerus.
Cerambycidae.		(Lamiidae Sa.)
Leptura.		Leptostylus.
Toxotus.		
Hylotrupes.		
Lamiidae.		
*Dorcadion.		
Saperda.		
Chrysomelidae.		
Bruchidae.		
—		
Tenebrionidae.	(Tenebrionidae Ae.)	(Tenebrionidae Sa.)
Pimelia.	Zophosis.	Doliema.
Heteromera s. Or. Reg. S. 226.		
—		
Rhynchophora s. Or. Reg. S. 226.		

Hemiptera. Neuroptera. Orthoptera. Archiptera.
Siehe Or. Reg. S. 226. 227.

Bemerkenswert ist, dass in der Insektenfauna die beiden Gebiete der holarktischen Region sehr ähnlich sind. Besonders was die Lepidopteren anlangt, lässt sich eine Grenze zwischen dem nearktischen und dem paläarktischen Gebiete kaum angeben, wie Wallace selbst bemerkt[1]), und auch in den Coleopteren besitzt Nordamerika viele europäische Formen. Tatsächlich finden wir in dem nearktischen Gebiete nur sehr wenig endemische Lepidopterengattungen, unter den Rhopaloceren nur einen Lycäniden und einen Pieriden. Es sind also von den 42 nordamerikanischen Rhopalocerengattungen nur 5% endemisch, dagegen finden sich 64% zugleich im paläarktischen Gebiete, 67% zugleich in der neotropischen Region. Alle nordamerikanischen Lepidopterenfamilien mit Ausnahme der neotropischen Eryciniden sind zugleich paläarktisch. Auch unter den Carabiden ist der Endemismus gering. Nur etwa 30 Gattungen sind spezifisch nearktisch gegen 50 paläarktische,

---

1) Wallace, G. D. A. D. A. II. S. 139.

75 äthiopisch-madagassische (8 madagassisch), 80 orientalische, 95 australische und über 100 neotropische. Die meisten seiner Gattungen hat auch hier Nordamerika mit dem paläarktischen Gebiete gemeinsam. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei den meisten anderen grossen Familien, so dass die Insektenverbreitung jedenfalls gar nicht für eine völlige Zweiteilung der holarktischen Region spricht.

Über Verschiebungen der Familien innerhalb der Region lässt sich nichts Wesentliches sagen. Einmal ist gerade die modernste Gruppe, die der Lepidopteren, fossil nur ausserordentlich spärlich vertreten, bei den anderen Ordnungen sind aber viele Gattungen schon seit mesozoischen Zeiten ausgebildet, so dass deren Studium zu keinen Resultaten für die Tertiärzeit führen kann. Nur die Untersuchung der verwandtschaftlichen Beziehungen der Arten kann hier einen Erfolg versprechen. Diese würde uns aber hier zuweit führen, zumal wir unter den Wirbeltieren genug Beispiele für die tertiären Hauptwanderungen innerhalb der holarktischen Region kennen gelernt haben.

§ 98. Unter den übrigen **Arthropoden** können wir von keiner Familie annehmen, dass sie erst in tertiärer Zeit die holarktische Region erreicht habe. Sie sind also alle der Microlestesschicht zuzuzählen. Auf ihre Verbreitung innerhalb der Region können wir aus denselben Gründen nicht näher eingehen, wie bei den Insekten.

§ 99. Unter den Binnen-**Mollusken** sind nur die Diplommatiniden und Heliciniden jedenfalls eine junge Erwerbung der holarktischen Region, die erst im Pliozän stattgefunden hat. Infolgedessen haben diese Familien auch nur die Grenzgebiete der Region erreicht. Wir gehen sogleich zu der Zusammenstellung der wichtigsten Familien über.

Microlestesschicht:	**Hystricidenschicht:**	**Megalonyxschicht:**
	Pulmonata.	
Helicidae.	(Helicidae Ae.)	(Helicidae Sa.)
Zonites.	Stenogyra.	Bulimulus.
Buliminus.	?Glandina.	?Glandina.
Limacidae.		
*Krynickia.		
Oncidiidae.		
Limnaeidae.		
	Prosobranchiata.	
Cerithiidae.	(Cyclostomidae Ae.)	Diplommatinidae Au.
Aciculidae.	Hydrocena.	Helicinidae Au. Sa.
Cyclostomidae.		
Cyclophorus.		
Cyclostoma.		
Tudora.		
Melaniadae.		
Auriculidae.		
Paludinidae.		
Neritinidae.		

Microlestesschicht:	Hystricidenschicht:	Megalonyxschicht:
	Lamellibranchiata.	
Cyrenidae.		
Cardiidae (seit Mi.).		
Nayadidae.		
Mytilidae (seit Mi.)		

Es ist schon früher erwähnt worden, dass auch die Verbreitung der Mollusken für die Einheit der holarktischen Region spricht, zum mindesten nicht die Einteilung von Wallace unterstützt. Auch bei den Mollusken würde es notwendig sein, auf die Arten einzugehen, wenn wir die Wechselwirkung der beiden Hauptgebiete der Region erkennen wollten. Der Ausgleich der kontinentalen Mollusken hat ausserdem hauptsächlich bereits vor der Tertiärzeit stattgefunden, besonders in der mesozoischen Zeit, als ihre Hauptdifferentiation erfolgte. Selbst die Ausbildung der Gattungen reicht ja zum Teil bis in diese Zeit zurück, erst die Arten sind jüngeren Datums. Doch würde uns auch hier eine eingehende Betrachtung derselben zuweit führen, soll doch das vorliegende Buch nicht ausschliesslich der Tiergeographie gewidmet sein.

§ 100. Auf die **Würmer** näher einzugehen können wir uns hier ebenfalls versagen, da sie noch älter sind, als alle anderen besprochenen Tierkreise, und auch keine besonders auffälligen Verbreitungen in der holarktischen Region aufweisen.

§ 101. Wir wenden uns nun zum Schlusse zu den **Pflanzen.** Von den südlichen Elementen sind neotropische in Kalifornien und in den südlichen Staaten der Union vertreten, äthiopische finden wir in Nordafrika, Arabien, Syrien und Südpersien, indische in China. Sie sind also alle nur sehr wenig weit in die Region eingedrungen, so dass wir annehmen dürfen, dass sie erst seit pliozäner Zeit sich ausgebreitet haben, wenn natürlich auch der klimatische Faktor einen sehr wesentlichen Einfluss gehabt hat. Älteren Ursprungs dürften dagegen die kapländischen Elemente sein, die nach Drude in der Oase Siwah sich finden. Wir werden sie der Hystricidenschicht zurechnen. Auffällig sind die vielfachen Beziehungen, die zwischen Ostasien und dem Gebiete der Union in floristischer Hinsicht bestehen und die Drude veranlassen, beide zu einer Florenreichsgruppe zusammenzufassen[1]). So haben beide Gebiete z. B. die Coniferengattung Tsuga gemeinsam. Dazu ist Libocedrus zu erwähnen. Unter den Cupuliferen ist besonders auffällig, dass von der Untergattung Castanopsis von Castanea, die fast rein orientalisch ist (Molukken bis Hongkong und Himalaya), eine vereinzelte Art auch in Kalifornien vorkommt. Engler führt ferner 140 Arten auf, die beiden Gebieten gemeinsam sind, davon 24 Pteridophyten, 45 Monokotyledonen und 71 Dikotyledonen, sowie weitere, zu 122 Gattungen

1) Drude, Handbuch d. Pflanzengeographie. S. 348—349.

gehörige, die miteinander korrespondieren[1]). Besonders weist er ausser auf Castanea auf Liquidambar, Ostrya und Platanus hin. Die Erklärung dieser Erscheinung ist eine sehr einfache. Diese Formen waren in der Tertiärzeit weiter verbreitet, wie durch fossile Reste bewiesen worden ist, und bei dem wärmeren Klima, das wir für die damalige Zeit annehmen müssen, waren sie daher imstande, während der Miozänzeit ebenso das Landgebiet in der Gegend der Beringstrasse zu passieren, wie die Tiere, von denen wir dies oben behauptet haben. Es trat damals hier derselbe Florenausgleich ein, wie im Pliozän zwischen Indien einerseits und Afrika und Nordaustralien andererseits. Aber die während des Pliozän und noch mehr während des Diluvium eintretende Abkühlung drängte diese Flora südwärts und beschränkte sie auf zwei voneinander getrennte Gebiete, während im Norden die boreale Flora sich ausbreitete, die bisher nur in viel höheren Breiten sich rein erhalten hatte. Der ostasiatische Florenteil wurde gleichzeitig durch die Erhebung des innerasiatischen Hochlandes und die zugleich damit erfolgende Steppen- und Wüstenbildung noch weiter isoliert, so dass er nicht mehr in der ganzen subtropischen Zone der alten Welt sich behaupten konnte. Wir sehen also hier den miozänen und pliozänen Austausch zwischen Asien und Nordamerika auch bei den Pflanzen vor uns. Nordamerika und Europa haben dagegen im Alttertiär in direktem Verkehr gestanden, wenn sich dies auch nicht aus der Verteilung der gegenwärtigen Florenelemente mehr nachweisen lässt, da diese wenigstens im grössten Teile von Europa erst diluvialen Alters sind. Doch sind die alten Floren beider Kontinente so übereinstimmend, dass auch diese Tatsache für eine direkte Verbindung spricht. Über die Heimat der Angiospermen können wir nichts Bestimmtes angeben. Jedenfalls scheinen sie sich in einem Areal entwickelt zu haben, das unserer Forschung noch nicht zugänglich gewesen ist, da sie in der oberen Kreide schon in grosser Formenfülle erscheinen. So sind uns aus dieser Formation allerdings nicht immer in sicheren Resten bekannt[2]) Caprifoliaceen, Bignoniaceen, Apocynaceen, Oleaceen, Ebenaceen, Sapotaceen, Ericaceen, Araliaceen, Cornaceen, Myrtaceen, Melastomaceen, Onagraceen, Ternströmiaceen, Tiliaceen, Sterculiaceen, Büttneraceen, Rhamnaceen, Vitaceen, Sapindaceen, Aceraceen, Aquifoliaceen, Celastraceen, Anacardiaceen, Papilionaceen, Cäsalpiniaceen, Mimosaceen, Pomaceen, Platanaceen, Hamamelidaceen, Lauraceen, Ranunculaceen, Menispermaceen, Magnoliaceen, Anonaceen, Nelumbiaceen, Nyctagineen, Aristolochiaceen, Proteaceen, Ulmaceen, Artocarpaceen, Credneriaceen, Fagaceen, Betulaceen, Salicaceen, Myricaceen; Dioscoreaceen, Asparagaceen; Aroidaceen, Palmen, Gramineen, Alismaceen, Najadaceen, Pandanaceen, also 53 Familien von 236, demnach 22% der Angiospermen-Familien. Der Prozent-

[1]) Engler, Entwicklungsgeschichte. II. S. 25—26, 30—34.

[2]) Nach Hoernes, Paläontologie. Leipzig 1899. S. 65—86 und Zittel-Schenk, Handbuch d. Paläophytologie. 1890.

satz verteilt sich ziemlich gleichmässig auf die einzelnen Hauptgruppen, indem kretaceisch sind von den

Monocotyledonen	19% (38%)
Dicotyledonen	23% (34%)
Choripetalen	26% (38%)
Sympetalen	15% (22%) aller Familien.

Die eingeklammerten Zahlen geben die Werte an, die wir bei der Zugrundelegung der umfangreicheren Familien Eichlers erhalten. Aus dem Tertiär sind bereits reichlich die Hälfte aller Familien fossil bekannt, wie die folgende Zusammenstellung zeigt:

Angiospermen	59% (68%)
Monokotyledonen	64% (86%)
Dikotyledonen	58% (65%)
Choripetalen	63% (67%)
Sympetalen	45% (58%)

Fassen wir die Ordnungen[1]) ins Auge, so erhalten wir natürlich noch höhere Prozentsätze, nämlich folgende:

	Kreide:	Tertiär:
Angiospermen	63% (66%)	91% (92%)
Monokotyledonen	60% (57%)	90% (100%)
Dikotyledonen	64% (68%)	91% (90%)
Choripetalen	67% (73%)	92% (86%)
Sympetalen	56% (56%)	89% (100%)

Wir sehen aus diesen Zahlen, dass die Zerspaltung der Ordnungen bereits in der Kreideflora fast durchgeführt war, dass selbst die Differentiierung in Familien schon sehr weit fortgeschritten war, so dass vorher schon eine Entwicklung der Flora stattgefunden haben musste.

Und zwar sind besonders bei den Dikotyledonen die artenreichen Familien früh aufgetreten; denn berechnen wir den Prozentsatz der durch die in der Kreide- und der Tertiärformation sich findenden Ordnungen vertretenen Arten, so ergeben sich folgende Werte:

	Kreide:	Tertiär:
Angiospermen	66% (65%)	99% (99,5%)
Monokotyledonen	60% (62%)	99% (100%)
Dikotyledonen	67% (66%)	99% (99%)
Choripetalen	75% (78%)	98% (99%)
Sympetalen	58% (50%)	99% (100%)

Bei dem in diesem Buche angewandten System nach Engler sind dies durchgängig höhere Prozentsätze, als wir nach der Zahl der Ord-

[1]) S. § 127.

nungen selbst erhielten. Auffällig ist die gleichmässige Vertretung aller Gruppen im Tertiär, die auch bei der Anwendung des Eichlerschen Systemes hervortritt, dessen Werte überhaupt nur wenig von den ersten abweichen, ein Beweis, dass diese nicht ganz zufällig sind, sondern dass ihnen ein höherer Wert innewohnt. Es erübrigt nun noch eine gleiche Zusammenstellung für die Familien, die wir aus praktischen Gründen nur nach Eichlers System geben. Darnach ergeben sich nach der Artanzahl der Familien folgende Werte:

	Kreide:	Tertiär:
Angiospermen	34%	80%
Monokotyledonen	48%	93%
Dikotyledonen	33%	77%
Choripetalen	53%	75%
Sympetalen	9%	79%

Vergleichen wir diese Werte mit den früheren, so ergibt sich auch hier, dass zumeist die artenreichen Familien früh erscheinen, mit einziger Ausnahme der kretazeischen Sympetalen, deren auffallend niedrige Prozentzahl dafür spricht, dass sie der zuletzt entwickelte Angiospermenzweig sind.

Allerdings muss dabei beachtet werden, dass die Bestimmnng der fossilen Angiospermen sich vielfach nur auf Blätter stützt, also auf ein Organ von systematisch wenig bedeutendem Werte. Es läge nun die Möglichkeit vor, die Heimat der Angiospermen in der Paläogäa zu sehen, von wo sie in der Kreideformation nach unserer Annahme hätten nach Nordamerika gelangen können. Doch spricht dagegen ihr frühes Auftreten in Europa, ihr Erscheinen in der unteren Kreide Nordamerikas[1]) und sodann das klimatische Gesetz. Dann verbleibt uns aber als wahrscheinliches Entwicklungsgebiet Nordasien, das nach Koken in der unteren Kreide einen selbständigen Kontinent bildete, nach Lapparent auch im oberen Jura. Diese Annahme würde auch erklären, dass die Angiospermen schon in mesozoischer Zeit Australien, Madagaskar, Afrika und Südamerika erreichen konnten, wo diese ältesten Einwanderer jedenfalls den Grundstock der südlichen Florengebiete in der gemässigten Zone bildeten. Von Asien konnte die Flora auch den nordatlantischen Kontinent erreichen und von diesem zum zweiten Male in Südamerika eindringen, dessen tropische Flora bildend. Hoffentlich wird durch phytopaläontologische Funde in Asien diese Frage in absehbarer Zeit einer endgültigen Entscheidung zugeführt. Jedenfalls würde der asiatische Ursprung sehr gut die ursprüngliche Mischung besonders australischer und europäischer Formen erklären, die erst allmählich infolge klimatischer Einwirkungen sich sonderten. Welch grosse Folgen diese hatten, wie gewaltig besonders die Eiszeit auf die Florenreichs-

1) Potonié, Lehrbuch der Pflanzenpaläontologie. 1899. S. 323.

gliederung der Erdoberfläche einwirkte, darauf ist schon oben andeutungsweise hingewiesen worden, eine eingehende Erörterung der hierher gehörenden Fragen geht aber über die uns gestellte Aufgabe hinaus. Wir werden jedoch auf sie später noch mehrfach zurückzukommen haben.

§ 102. **Beziehungen der Region.** Die jüngste Geschichte der holarktischen Region ergibt sich nach ihrer Lebewelt wie folgt. Am Ende der mesozoischen Zeit besteht ihr jetziges Gebiet aus zwei Teilen. Der erste, von dem wir leider fast gar nichts wissen, umfasste den grössten Teil von Asien und war in der Jura- und unteren Kreidezeit das Entwicklungszentrum der Angiospermen, vielleicht auch mancher höheren Tiergruppe, wovon noch die Rede sein soll. Dem zweiten gehörten Nordamerika und Europa zu, letzteres allerdings nur zum Teil, da grosse Gebiete von ihm vom Meere bedeckt waren. Dieser nordatlantische Kontinent trat noch in der Kreide mit der Paläogäa in Verbindung, wenn auch wahrscheinlich nicht für längere Zeit ununterbrochen. Känogäische Formen wanderten nach Süden, während von Südamerika paläogäische nordwärts zogen, unter denen wir allerdings nur die Didelphyiden sicher nachweisen konnten. Seit dem Eozän waren Nord- und Süderdteile isoliert. Innerhalb des nordatlantischen Kontinentes fanden mehrfache Wanderungen statt, hauptsächlich in westöstlicher Richtung von Amerika nach Europa. Seit dem Oligozän gewann der östliche Teil des Kontinentes immer an Bedeutung als Entwicklungsgebiet neuer Formen und sein Übergewicht wurde entschieden, als er Ende der Oligozänzeit durch die Landwerdung der obischen Tiefebene mit dem nordasiatischen Festlande, dem Angarakontinente, wie Suess ihn genannt hat, verwuchs. Dieser Kontinent kann vorher keine beträchtliche Ausdehnung besessen haben, da keine wesentlich neuen Formen im Miozän erscheinen, deren Herkunft in völliges Dunkel gehüllt wäre, und als deren Entwicklungsgebiet der Angarakontinent in Betracht käme. Ungefähr um dieselbe Zeit trennte der sich neubildende nordatlantische Ozean Europa und Nordamerika völlig, während letzteres vielleicht schon früher mit dem Angarakontinente in der Gegend der Beringstrasse sich vereinigt hatte. In den Beginn der Miozänzeit fällt ferner die kurze Verbindung Europas mit der äthiopischen Region, die ihm die Formen der Hystricidenschicht zuführte. Statt über die atlantischen fand nur im Norden der pazifischen Räume der Organismenaustausch des nearktischen und paläarktischen Gebietes statt, und in diesen Austausch wurde auch die um diese Zeit angegliederte orientalische Region herangezogen, die im Miozän hauptsächlich empfing, im Pliozän aber der holarktischen Region neue Formen zurückgab, gemischt mit wenigen australischen Typen, die über die neugeschaffene Inselbrücke einwanderten. Im Pliozän wurde auch Europa durch afrikanische, Nordamerika durch südamerikanische Formen bereichert. Die Brücke zwischen Asien und Nordamerika hielt bis in die Diluvialzeit hinein. Dann erst versank sie, und die neue Welt trennte sich oberflächlich gänzlich von der alten.

Endlich rief die Eiszeit noch grosse biogeographische Verschiebungen innerhalb der Region hervor, deren Spuren wir heute noch z. B. in den Hochgebirgsfaunen und -floren wahrnehmen. Wir sehen aus dieser Zusammenfassung, dass die Miozänzeit besonders bedeutungsvoll für die Ausbildung der modernen holarktischen Lebewelt gewesen ist, und sie war dies um so mehr, als in ihr nicht nur die horizontale, sondern auch die vertikale Gliederung der Region eine vollständige Umwälzung erfuhr, die allerdings nicht auf diesen Zeitabschnitt sich beschränkte, aber doch in ihm ihren Kulminationspunkt hatte.

§ 103. Unterregionen. Die erste Unterregion bildet Ostasien d. h. das nicht orientalische China, die Mandschurei, Korea und Japan in der Walla ceschen Abgrenzung mit Ausschluss des Himalayazipfels, den wir zur nächsten Unterregion hinzunehmen, aber einschliesslich von Sachalin. Von den übrigen Teilen der holarktischen Region unterscheidet sich Ostasien in erster Linie durch zahlreiche orientalisch-australische bezw. tropische Formen, die in die Unterregion eindringen konnten, da sie durch keine scharfe Grenze von der orientalischen Region geschieden wird. Folgendes sind absolut oder relativ endemische Familien der Unterregion: Die (Cynopitheciden), (Pteropiden), *Moschiden; (Pariden), (Pycnonotiden), Dicäiden, Pittiden, (Upupiden), (Turniciden), die (Typhlopiden), Oligodontiden, Xenopeltiden, Dryiophiden, Elapiden, Crokodiliden, Alligatoriden, Trionychiden; die (Discoglossiden), Amphiumiden, Cäciliiden; die Sciäniden, (Gobiiden), Labyrinthfische, Ophiocephaliden, (Cyprinodontiden), Symbranchiden, Clupeiden; die Passaliden; die Heliciniden, Diplommatiniden, Aciculiden, Oncidiiden, Cerithiiden. Der relative Endemismus ist nur auf das paläarktische Gebiet bezogen. Alle diese Familien mit Ausnahme der Alligatoriden, Amphiumiden und Discoglossiden greifen aus Hinterindien nach Ostasien herüber, die grösste Anzahl hat dort ihren Ursprung genommen und erst in neuerer Zeit die Unterregion erreicht. Diese ist in ihrer Abgrenzung überhaupt ziemlich jungen Datums. Erst durch die jungtertiäre Erhebung des innerasiatischen Hochlandes wurde sie isoliert. Infolgedessen zeigt sie besonders in ihrer Säugetierwelt vielfache Beziehungen zu dem übrigen paläarktischen Gebiete. Bemerkenswert ist auch das Verhalten der Mollusken. Kobelt rechnet zwar Ostasien nicht mit zu seinem holarktischen Reiche, sondern fasst den festländischen Teil mit Innerasien zusammen, aber er bemerkt ausdrücklich, dass noch im mittleren Pliozän von Dalmatien und Slavonien eine Menge Formen sich finden, deren Verwandte heute noch in China leben[1]. Es kann also damals die Isolation Ostasiens noch nicht lange existiert haben, so dass die ursprünglich weiter verbreiteten Faunenelemente in Europa noch nicht gänzlich erloschen waren. Eine besondere Besprechung müssen wir nun noch Japan widmen, dem Kobelt den Rang eines selb-

---

[1] Kobelt, Studien zur Zoogeographie. I. S. 124.

ständigen malakologischen Reiches zuerkennt. Die anderen Tiergruppen zeigen zwar auch manche Eigentümlichkeiten, durch die sich Japan von den benachbarten festländischen Gebieten unterscheidet; so finden sich auf der Hauptinsel Hondo folgende in Korea fehlende Familien: die Cynopitheciden, Pteropiden; die Typhlopiden, Elapiden, Trionychiden; die Cyprinodontiden, Clupeiden; aber trotzdem besitzen die Inseln im ganzen doch nicht Eigentümlichkeiten genug und sind auch nicht genügend einheitlich in ihrer Fauna, dass sie als selbständige Unterregion angesehen werden könnten. Die genannten Familien finden sich alle in Südchina mit Ausnahme der Cyprinodontiden, deren nächstes grösseres Wohngebiet Hinterindien ist. Alle sind orientalische Familien. Wir können nicht annehmen, dass sie über Korea nach Japan gelangt sind, es muss also nach Süden zu eine Landbrücke existiert haben, da es sich vorwiegend um Landtierfamilien handelt, und zwar muss diese Brücke im Pliozän bestanden haben, da wir einige der oben genannten Familien der Megalonyxschicht zurechnen mussten, so dass sie erst im Pliozän nach Indien gelangt sein dürften. Diese Brücke kann aber nicht über die Riukiu-Inseln nach Formosa geführt haben, da hier die Cynopitheciden und Cyprinodontiden fehlen. Das nächstliegende ist die Annahme, dass die Landbrücke in der Richtung des südlichen Teiles des japanischen Bogens von Kiuschiu nach Fokien hinüberführte. Da wir es hier nur mit Flachsee zu tun haben, hat diese Annahme vieles für sich. Freilich kann sie das Vorkommen der Cyprinodontiden noch nicht allein erklären. Wir müssen mindestens annehmen, dass diese früher auch in Südchina gelebt haben. Noch einen weiteren Schluss können wir aus dem Verhalten der genannten sieben Familien ziehen. Als sie Japan erreichten, musste die Koreastrasse schon existieren, da die Tiere sonst hätten auch diese Halbinsel erreichen können. Dagegen mussten die Riukiu-Inseln von Japan erreichbar sein, da auf ihnen z. B. auch die Cynopitheciden und Cyprinodontiden vorkommen. Die Auflösung dieses Inselbogens fällt also frühestens in das obere Pliozän. Andererseits kann aber die Brücke von China nach Japan nicht wesentlich über das Pliozän hinaus bestanden haben, da der Tiger die Inseln nicht mehr erreicht hat. Ausser dieser südlichen chinesischen Landbrücke, die sicher während der Pliozänzeit, vielleicht auch schon früher bestanden hat, kommen noch zwei andere in Betracht, die koreanische und die Sachalinbrücke. Über die letztere müssen nordische Familien eingewandert sein, die höchstens Jeso erreicht haben. Von den für die Geschichte der Entwicklung der Kontinente und Inseln in Betracht kommenden Klassen sind dies nur die Esociden. Da diese aber eine sehr alte holarktische Familie sind, so kann Sachalin schon sehr früh vom Festlande getrennt worden sein. Doch beweist das Vorkommen höher entwickelter Familien wie der Lutrinen und Melinen, dass die Abtrennung nicht vor dem Miozän erfolgt sein kann. Dagegen fehlen die erst pliozänen Oviden auf Sachalin, während sie das benachbarte Festland bewohnen, obwohl

die gebirgige Insel ein günstiges Wohngebiet für sie wäre. Wir schliessen daraus, dass die Verbindung vor deren Entwicklung gelöst wurde. Die Entstehung des tatarischen Sundas fällt demnach um die Wende der Miozän- und Pliozänzeit. Der Sund muss während der Pliozänzeit schon ziemlich breit gewesen sein, breiter als die Mozambique-Strasse zur gleichen Zeit, da auch die Suiden die Insel nicht erreicht haben. Im Pliozän muss Sachalin schon vollständig selbständig gewesen sein, da die Suiden von Süden her Jeso erreicht haben, so dass auch die La Pérouse-Strasse bereits von pliozänem Alter sein muss. Die Hauptmasse der japanischen Landtiere ist aber jedenfalls über Korea ins Land gekommen. Mit Sicherheit können wir dies bei folgenden Familien annehmen, die nur bis zur Tsugarstrasse nördlich vordringen, nur die eingeklammerten haben noch Jeso erreicht. Es sind dies die Rhinolophiden (Myoxiden), Antilopiden, (Suiden); die Homalopsiden, Oligodontiden, Crotaliden, Scinciden, Geckotiden, Chersiden, Emydiden; die (Hyliden), (Amphiumiden); die Melaniaden. Auch hier finden wir wieder Tiere der Megalonyxschicht, die Brücke muss daher auch in der pliozänen Zeit bestanden haben, aber vor der chinesischen verschwunden sein. Vorher noch hat jedenfalls Jeso sich abgetrennt, nachdem es noch von den ebenfalls der Megalonyxschicht angehörenden Hyliden hatte erreicht werden können. Wir bekommen also nach der Zusammensetzung der japanischen Tierwelt folgende Phasen in der Ausbildung der japanischen Inselwelt:

Ende Miozän: Bildung des tatarischen Sundes.
Unteres Pliozän: Bildung der La Pérouse-Strasse, Sachalin Insel.
Oberes Pliozän: Bildung der Tsugar-Strasse, Jeso Insel.
Bildung der Korea-Strasse.
Abtrennung der Riukiu-Inseln.
Unteres Diluvium: Versinken der chinesischen Brücke.
Trennung von Kiuschiu und Schikoku von Hondo.

Vor der Miozänzeit existierte der Japanbogen vielleicht überhaupt noch nicht, dagegen dürfte damals an der Stelle des Japanischen Meeres Land sich befunden haben, worauf später noch eingegangen werden soll.

Die zweite Unterregion bildet Innerasien, das zentrale Hochland umfassend, also nicht nur Tibet allein, wie Blanford es annimmt. Wir schliessen uns in dieser Bestimmung Kobelt an, der auch das Gebiet der Gobi zu seinem zentralasiatischen Reiche rechnet. Charakteristisch ist für das Gebiet das vollständige Fehlen der sonst in der ganzen holarktischen Region weitverbreiteten Helicide Clausilia. Auch eine Reihe von Familien sind für die Unterregion bezeichnend, so die *Ailuriden, Boviden (Bos gruniens), Cameliden. Alle diese finden sich in Tibet, während sie in den Nachbargebieten, die Ailuriden und Cameliden in der ganzen sonstigen holarktischen Region fehlen. Innerhalb der Unterregion nimmt Tibet wieder eine Sonderstellung ein, die sich

aus seiner grossen absoluten Höhe und aus der Einschliessung durch mächtige Gebirgsschranken ergibt. Es ist schon mehrfach darauf hingewiesen worden, dass die ganze gewaltige Erhebung jedenfalls sehr jungen Datums ist, und dass die tibetanische Fauna erst seit der oberen Tertiärzeit isoliert wurde. Trotzdem hat diese Zeit hingereicht, um zwei endemische monotype Antilopidengattungen Pantholops und Budorcas entstehen zu lassen. Bis zur Miozänzeit schloss sich Tibet in seiner Fauna eng an die Siwalikfauna bezw. an die mittelmeerische Fauna an. Auch Rhinocerotiden lebten damals hier, deren fossile Reste am oberen Satledsch gefunden worden sind, zusammen mit Knochen des Pantholops, sie müssen also auch nach der Isolation in Tibet gelebt haben. Allerdings lassen sich bei weitem nicht alle jetzt lebenden tibetanischen Gattungen auf altindische zurückführen, die Fauna hat eben auch von Westen her Zuwachs erhalten, aber nicht von Norden, wenigstens nicht in dieser alten Zeit, denn bis weit in das Tertiär hinein ist der zweite Abschnitt unserer Unterregion, das Han-hai der Chinesen, Meer gewesen nach der übereinstimmenden Ansicht von Richthofen, Krassnoff und Muschketoff, sowie vieler anderer Forscher. Dieses Meer trennte also Tibet von Sibirien und machte eine nördliche Zuwanderung unmöglich. Erst in der zweiten Hälfte des Tertiär hob auch hier das Land sich derart, dass das Meer verschwand und Landtiere sich ansiedeln konnten. Ostturkestan, Dsungarei und Mongolei erlangten aber nie den hohen geradezu insularen Grad der Abschliessung von Tibet, dem sie aber doch in ihrer Fauna sich am nächsten anschliessen und von dem aus sie daher grösstenteils besiedelt worden sind, wenn auch durch die nach China bezw. nach Turan führenden Pforten zahlreiche andere Formen eingedrungen sind, die wir in Tibet vermissen.

§ **104.** Wir kommen nun zu der dritten Unterregion, der mittelmeerischen, deren Grenzen wir mit Wallace ziehen, und zu der wir auch die ostatlantischen Inselgruppen rechnen, die Kobelt zu einem selbständigen Reich Makaronesien zusammenfasst. Wies Ostasien viele orientalische Beziehungen auf, so finden wir in dieser Unterregion äthiopische. Als relativ endemisch sind nämlich folgende Familien zu bezeichnen: die (Cynopitheciden), die Viverriden, Hyäniden, (Noctilioniden), (Pteropiden), Macroscelididen, Ctenodactyliden, Hystriciden; die (Pycnonotiden), Nectariniiden, (Upupiden), (Turniciden), Phönicopteriden; die (Typhlopiden), Calamariiden, Psammophiden, Dipsadiden, Eryciden, Chamäleontiden, *Trogonophiden, Amphisbäniden, Varaniden, Ophisauriden, Sepiden, *Ophiomoriden, (Crocodiliden), (Trionychiden); die Plethodontiden, Proteiden; die Mastacembeliden, *Blenniden, Chromiden, (Cyprinodontiden), die Mormyriden; die (Danaiden), Libytheiden, (Hybosoriden), Glaphyriden. Diese Familien sind zum Teil allerdings auch orientalisch und finden sich dann hauptsächlich in Westasien, die meisten aber entstammen Afrika und finden sich besonders zahlreich auf dem Gebiete der Unterregion, das jetzt mit der äthiopischen Region

landfest verbunden ist. Wir haben schon früher bei der Besprechung von Afrika darauf hingewiesen, dass die Sahara jedenfalls lange Zeit der äthiopischen Region zugehört hat und erst im Pliozän von holarktischen Formen erobert worden ist. Während dieser Zeit existierte die Strasse von Gibraltar noch nicht, die Verbindung des Mittelländischen Meeres mit dem Atlantischen Ozean lag bis zum Miozän nördlich der Sierra Nevada, dem Laufe des Guadalquivir folgend[1]). Ebenso muss damals Sizilien mit Afrika verbunden gewesen sein, dafür spricht die pliozäne Verbreitung der jetzt auf Nordafrika beschränkten Ctenodactyliden, von denen Pelegrinia auf Sizilien gefunden wurde, und eine zweite allerdings sehr problematische Gattung Ruscinomys sogar bei Perpignan. Ein Reihe von Formen muss auf diesen Brücken in das Atlasgebiet gekommen sein, die östlich von den Syrten in Nordafrika fehlen, ebenso südlich des Atlasgebietes. Dies gilt z. B. von den Ursiden, Erinaceiden, Sciuriden, Oviden, Cerviden, Suiden; Chersiden, Emydiden, Ophiomoriden, Discoglossiden, Hyliden, Salamandriden; Gasterosteiden, Salmoniden. Im Gegensatze zu diesen Familien stehen aber andere, die jetzt am Mittelmeere Halt machen und nur auf Nordafrika beschränkt sind. Solche sind die Hyäniden, Pteropiden, Macroscelididen, Ctenodactyliden, Dipodiden, Antilopiden, Equiden; Eryciden, Varaniden, *Trogonophiden, Ophisauriden, Ophiomoriden, Agamiden, Chamäleontiden. Es sind dies 14 Landwirbeltierfamilien gegen die oben genannten 14. Bei der Mehrzahl derselben müssen wir annehmen, dass sie nördlich des Mittelmeeres nur ausgestorben sind, so bei den Hyäniden, Ctenodactyliden, Agamiden usw. Dagegen haben jedenfalls das Mittelmeer nie überschritten die Macroscelididen, Dipodiden, Trogonophiden, Chamäleontiden. Sie sind vielleicht erst nach der Entstehung der trennenden Meeresstrassen in das Atlasgebiet von Afrika aus gelangt, da sie sonst wenigstens die der Berberei sehr ähnliche südspanische Landschaft hätten erreichen müssen. Da seit dieser Zeit die Trogonophiden sich von den Amphisbäniden haben differenzieren können, so muss die Bildung der Strasse von Gibraltar sicherlich schon in der Pliozänzeit stattgefunden haben. Für diese Tatsache spricht auch das vollständige Fehlen der Arvicoliden und Cricetiden in Nordafrika, während diese in Europa weit verbreitet sind. Auch die Sciuriden sind nur durch eine afrikanische Form Xerus vertreten, während die Gattung Sciurus im eigentlichen Sinne vollständig fehlt. Die Cricetiden fehlen zwar jetzt auch in Westeuropa, aber aus dem Pliozän ist ein Cricetus von Perpignan beschrieben worden. Auch in der Raubtierfauna bildet das Mittelmeer in der Jetztzeit eine scharfe Grenze. Besonders hat der Wolf stets nördlich, der Schakal stets südlich von demselben gelebt[2]). Besonders auffällig ist dies bei dem ersteren, da er in Sizilien und Andalusien noch häufig ist.

[1]) Suess, A. d. E. I. S. 379—382. Kobelt, Zoogeographie. II. S. 219.
[2]) Kobelt, Studien z. Zoogeographie. II. S. 131.

Auf die merkwürdige Verbreitung der Ursiden soll später eingegangen werden. Während so in der Säugetierfauna verschiedene Familien beweisen, dass die Strasse von Gibraltar nicht erst in nachtertiärer Zeit sich gebildet haben kann, zeigen die konservativen Mollusken auf beiden Seiten der Strasse noch grosse Übereinstimmung[1]), wie diese ja überhaupt über die jüngsten Verschiebungen zwischen Land und Meer uns nur geringen Aufschluss geben können. Noch nach dieser Isolierung besass Nordafrika eine reiche Fauna, die sich als Fortsetzung der von Pikermi darstellt, die hier bis ins Diluvium sich erhielt, vertreten durch Elephas, Bos, Bubalus, Antilope, Palaeoreas, Hippopotamus, Camelus; Rhinoceros, Hipparion, Equus. Es spricht dies dafür, dass die Landbrücke über Sizilien länger bestand, wie ja auch die Ctenodactyliden jedenfalls auf diesem Wege nach Europa gelangt sind. Wir werden auf diese Frage bei der Besprechung von Sizilien noch einmal zurückzukommen haben. Diese Fauna ist nach der völligen Isolierung der Berberei ausgestorben, aus Gründen, die wir jetzt noch nicht angeben können.

Wir müssen nun die Inseln der mittelmeerischen Unterregion einer Einzelbetrachtung unterwerfen. Als erste sei Kypern erwähnt. Diese Insel ist nach Kobelt schon lange abgetrennt und hat seit dem Ende der Tertiärzeit keine neuen Einwanderer erhalten, wenn es auch in seiner Molluskenfauna noch deutliche Spuren eines alten Zusammenhanges mit dem Archipel, Nordsyrien und Palästina zeigt[2]). Die meisten seiner Binnenmollusken haben schon vormiozän sich ausgebreitet. Doch ist die letzte Abtrennung jedenfalls auch hier nicht vor dem Pliozän erfolgt, da wir auf Kypern von Reptilien der Megalonyxschicht die Typhlopiden, Psammophiden, Chamäleontiden, Amphisbäniden und Sepiden finden, letztere durch zwei, die andern durch je eine Art vertreten. Alle sechs Arten finden sich auch in Syrien und Palästina, Typhlops und Coelopeltis auch in Griechenland. Diese Tiere sind also jedenfalls im Pliozän von Syrien her eingewandert, wofür auch ihre orientalische bezw. äthiopische Herkunft spricht. Überhaupt scheint diese Brücke die wichtigste gewesen zu sein, von 36 Reptilienarten, die Böttger zusammengestellt hat[3]), finden sich 32 auch in Syrien, es fehlen dort nur je ein Scincide, Geckotide und zwei Testudinaten. Dagegen sind nur 15 auch in Griechenland vorhanden. Betrachten wir die Gattungen, so sind von 24 zugleich syrisch 22, zugleich griechisch nur 14. Von den vier Amphibien Kyperns dagegen sind drei zugleich syrisch und griechisch. Selbst wenn alle zugleich griechischen Reptilien von Griechenland stammten, was natürlich nicht der Fall ist, blieben doch noch mehr Formen übrig, die syrischen Ursprungs sein müssen. In früherer Zeit muss dagegen die

[1]) Kobelt, II. S. 228.
[2]) Ebend II. S. 338. 339.
[3]) Nach Kobelt, St. z. Z. II. S. 188—190.

griechische Brücke etwas mehr Formen zugeführt haben, denn von den 21 Molluskengattungen sind 17 zugleich syrisch, 16 von Rhodus bekannt, von 50 Arten 5 syrisch und 9 von Rhodus [1]). Syrisch sind z. B. die Untergattungen bezw. Gattungen Xerophila, Pomatia, Levantina, Chondrus, Petraeus, Hyalina, Calaxis; griechisch Monacha, Cressa, Orcula, Albinaria; Zebrina, Retinella. Unter den letzteren sind Cressa und Retinella kretische Elemente. Auch nach Neumayrs Karte [2]) des Pliozänmeeres war Kypern während dieser Formation noch mit Kleinasien und Syrien landfest verbunden.

Wir kommen nunmehr zu Rhodus und seinen Nachbarinseln. Dieses ist leider noch sehr wenig bekannt; soweit wir sie kennen, ist seine Molluskenfauna von karischem Charakter, daneben finden sich aber auch hier Cressa und Levantina. Es hat sich vielleicht erst in nachpliozäner Zeit vom Festlande gelöst. Gleiches dürfte auch von den Inseln des Ägäischen Meeres gelten. Die Kykladen schliessen sich in ihrer Molluskenfauna am engsten an Kleinasien an [3]). Zwischen ihnen und Euböa muss dagegen früh eine Meeresstrasse bestanden haben, oder wenigstens ein grosser Strom vorhanden gewesen sein, da z. B. Andros mit Euböa nur eine Clausilia gemeinsam besitzt. Im ganzen fehlen von 73 kykladischen z. T. weitverbreiteten Molluskenarten 31, d. h. 42% auf Euböa. Länger isoliert als die Inseln des Archipels ist Kreta [4]). Für ein höheres Alter spricht ihr grosser Endemismus, der bei den Mollusken 64% beträgt und auch in der Flora bedeutend ist, der Reliktenformen aus miozäner Zeit nicht fehlen. Hiernach kann die Insel nicht erst nach dem Pliozän selbständig geworden sein, aber auch nicht vor dem Miozän. Gross ist ihre Verschiedenheit gegenüber dem Peloponnes, nur 12 von 121 Arten sind Kreta mit diesem gemeinsam und von diesen 12 finden sich 8 auch in Kleinasien bezw. auf den benachbarten Inseln, 1 weitere auf Karpathos und Kasos, und endlich noch 2 auf den Kykladen, so dass nur Neritina peloponesiaca ausschliesslich griechische Beziehungen aufweist. Die Insel Kreta wurde daher jedenfalls zuerst von Peloponnes, dann von den Kykladen und zuletzt von Kleinasien getrennt. Der erste Spalt bildete sich zwischen Cerigo und Cerigotto, die ausser vier auf Kreta sich findenden Arten nur eine einzige gemeinsam haben, die noch dazu auf Cerigo nur in einer Spielart auftritt. Dagegen findet sich auf Cerigotto eine kretische Art unverändert wieder, und andere Arten sind kretischen nahe verwandt. Immerhin muss Cerigotto auch von Kreta schon früh sich abgetrennt haben. Gegen die Kykladen hin bezeichnet die tiefe Rinne im Norden von Kreta den Verlauf des trennenden Bruches, und gegen Kleinasien die Taygetosstrasse zwischen Kasos und Kreta, denn die Karpathosgruppe

1) Kobelt, II. S. 341—343.
2) Neumayr, Erdgeschichte. 1. Aufl. II.
3) Kobelt, St. z. Z. II. S. 315. 326.
4) Ebend. II. S. 311—315. 324—325.

hat 6 Molluskenarten mit Kreta und Rhodus gemeinsam, mit Kreta allein ausserdem 3, mit Rhodus allein 6. Mit letzterem stimmt es besonders in den für diesen Inselbogen charakteristischen Albinarien überein. Der letzte Akt der Isolierung Kretas ist nach dem früher Gesagten jedenfalls im Pliozän erfolgt, die Trennung von Cerigo dagegen mag schon im Miozän erfolgt sein. Dagegen kann die Karpathosgruppe bis zum Beginn des Diluvium mit Rhodus in Verbindung gestanden haben, da 52% seiner Molluskenarten und alle seine Gattungen auf Rhodus sich finden. Die typische Gattung Cressa hat sich jedenfalls nach der Trennung von Peloponnes erst ausgebildet, da sie auf Cerigo fehlt. Dagegen findet sie sich auf Cerigotto, den Kykladen, den nördlichen Sporaden, Karpathos, Kasos, Rhodus und Kypern. Die eine auf dem Peloponnes sich findende Art ist vielleicht später eingeschleppt. Dagegen muss Albinaria, die zweite Hauptgattung Kretas, hier durch 39 Arten vertreten, älter als die Isolierung vom Festlande sein. Merkwürdig ist das Fehlen aller Raubtiere auf Kreta, für das sich noch kein triftiger Grund angeben lässt.

Im Gegensatze zu Kreta ist Euböa eine Insel, die erst nach der Tertiärzeit abgetrennt worden sein kann, da sie mit Mittelgriechenland auch in ihrer Molluskenfauna ganz übereinstimmt. Ähnliches gilt von den anderen unmittelbar Griechenland vorgelagerten Inseln. Von den Mollusken Cerigos finden sich 39% auf dem Peloponnes, von denen Zantes 41%, Kephalonias dagegen nur 30%. Von letzterem weisen noch weniger Formen nach Akarnanien. Gross ist die Übereinstimmung zwischen den beiden letztgenannten Inseln, die 41% der Mollusken von Zante und 50% der von Kephalonia beträgt. Alle peloponnesischen Arten der letzten Insel sind auch auf Zante zu finden. Die Inseln bildeten eine Landverbindung zwischen Akarnanien und Peloponnes. Im Diluvium trennten sich vielleicht gleichzeitig mit der Bildung des Golfes von Korinth Kephalonia und Zante, nachdem Limax, Campylaea und Neritina von Akarnanien aus auf erstere Insel, Macularia, Turricula, Chondrus, Rumina, Ferussacia, Planorbis und Bithynia vom Peloponnes nach Zante gelangt waren. Die Trennung der beiden Inseln von den benachbarten Festlandsgebieten mag etwas früher erfolgt sein. Korfu weist merkwürdigerweise nur wenig Beziehungen zu Epirus auf, nur 22% seiner Arten finden sich dort, dagegen 31% auf Kephalonia, so dass wir trotz der weiten Entfernung zwischen beiden Inseln annehmen möchten, dass Korfu länger mit Kephalonia verbunden war als mit dem Festlande. Die gemeinsamen Formen bilden 47% der kephalonischen Molluskenfauna, die Übereinstimmung zwischen Korfu und Kephalonia ist also fast so gross, als die zwischen dieser Insel und Zante. Nach dem Grade der Übereinstimmung in den Mollusken bekommen wir als mutmassliche Reihenfolge der Abtrennung der Inseln die folgende:

Trennung Kephalonias von Akarnanien	17%
Trennung Korfus von Epirus	22%
Trennung Korfus von Kephalonia	31%—47%
Trennung Zantes vom Peloponnes	41%
Trennung Zantes von Kephalonia	41%—50%

Wir verlassen nunmehr das östliche Mittelmeer und kommen zu Sizilien. Es wurde schon erwähnt, dass wir diese Insel als den letzten Rest einer alten pliozänen Landbrücke nach Nordafrika ansehen müssen. Über sie sind jedenfalls auch die in Norditalien fehlenden Pflanzen nach Süditalien gekommen, die in Nordafrika sich finden. Engler zählt 17 derartige Arten auf[1]). Dass der Zusammenhang Siziliens mit Europa im Pliozän und wahrscheinlich im Diluvium noch bestanden hat, zeigt das Vorkommen von Lupus, Vulpes und Ursus arctos in den Knochenhöhlen von Palermo, die z. T. diluviale Reste enthalten. Dagegen muss Sizilien schon früher von Nordafrika getrennt worden sein, da der Wolf dieses nicht erreicht hat. Diese Trennung muss auch nach der Verteilung der Mollusken noch im Pliozän, aber jedenfalls ganz an dessen Ende erfolgt sein[2]), und zwar scheint die letzte Landbrücke nicht über die Ägadischen Inseln gegangen zu sein, die sich selbständig von dem Hauptlande abgelöst haben. Auch Westsizilien scheint eine Zeitlang selbständig gewesen zu sein, da es sehr viele endemische Arten besitzt. Diese Isolierung ist wahrscheinlich unmittelbar auf die Trennung von Afrika erfolgt. Während Westsizilien damals einen Archipel ähnlich dem ägadischen bildete, hing Ostsizilien mit Kalabrien zusammen, in dessen Molluskenfauna das sizilianische Element den Grundstock bildet. Mittelitalien scheint in seiner jetzigen Form jungen Ursprungs zu sein, da viele süditalischen Formen ihm fehlen, die wir sonst im ganzen Mittelmeergebiet finden. Deren Verbreitung legt den Schluss nahe, dass von Unteritalien im Pliozän eine Landbrücke nach Albanien führte. Kalabrien ist jedenfalls bald wieder von dem übrigen Italien getrennt worden. Nach dem Verhalten der höheren Tierwelt, besonders nach der Höhlenfauna von Palermo kann diese Trennung aber nicht vor dem Diluvium erfolgt sein. Während desselben erfolgte auch die Bildung der Strasse von Messina, während Kalabrien durch einen grossartigen Hebungsvorgang wieder mit Italien verwuchs. Malta hat 43% seiner Molluskenarten mit Sizilien gemeinsam. Schon dies spricht für einen alten Landzusammenhang. Dazu kommen die Säugetierfunde, die auf Malta gemacht worden sind. Am bekanntesten sind unter diesen die Zwergformen von Elephas, die auch auf Sizilien, Sardinien, Kreta und bei Gibraltar sich finden. Eine ähnliche Verbreitung zeigen auch die kleinen Hippopotamus-Arten, die besonders auch auf Malta und Sizilien vorkommen. Die Zwergelefanten schliessen sich am meisten an E. anti-

---

1) Engler, Entwicklungsgeschichte. I. S. 53—57.
2) Kobelt, Zoogeographie. II. S. 286.

quus an, der zwar im obersten Pliozän bereits auftritt, seine Hauptentwicklung aber erst im Diluvium erreicht. Auch die Hippopotamus-Untergattung Tetraprotodon, der die maltesische Zwergform angehört, ist nur oberpliozän-diluvial. Es sprechen diese Tatsachen dafür, dass Malta erst im Diluvium von Sizilien sich trennte. Jedenfalls hing es noch mit Sizilien zusammen, als dieses mit Afrika in Verbindung stand, da auf Malta auch ein Psammophide, also eine Art der Megalonyxschicht sich findet. Im übrigen ist die Fauna Maltas ziemlich spärlich, auch weisen selbst die Mollusken nur 26% endemische Arten auf, was auch nicht gerade für eine sehr lange Isolierung spricht, wenn wir an die 64% bei Kreta denken, dessen letzte Abtrennung wir doch auch erst ins Pliozän setzen mussten. Merkwürdig ist es, dass die in Sizilien in 16 Arten gespaltene Gattung Iberus nur durch eine Art vertreten ist, während Xerophila mit 12 Arten an Artenreichtum Sizilien sogar noch übertrifft.

Eine weitere gemeinsame Gruppe bilden Sardinien und Korsika[1]), die nach ihrer Molluskenfauna ein einheitliches Gebiet bilden, für das die Helicide Tacheocampylaea charakteristisch ist, die besonders auf Korsika dominiert, während ihr auf Sardinien Iberus den Rang streitig macht. Die Inseln können sich erst spät voneinander getrennt haben, denn die gemeinsamen Arten bilden 31% der Molluskenfauna Sardiniens, 55% von der Korsikas. Das sind Zahlen, die den engsten Beziehungen der Jonischen Inseln sich an die Seite stellen lassen. Auch mit Toskana haben die Inseln noch viel Arten gemeinsam, Sardinien 26%, Korsika sogar 44%, allerdings sind dies meist weitverbreitete Formen. Wir können hiernach schliessen, dass beide Inseln zunächst zusammen von Toskana sich trennten und eine grosse Insel bildeten, die unter dem Namen Tyrrhenis von Forsyth Major in die Wissenschaft eingeführt worden ist. Merkwürdig ist, dass auf den Inseln eine Reihe von Reptilien (43%) und Amphibien (38%) vorkommen, die Mittelitalien fehlen. Man hat auch daraus geschlossen, dass Mittelitalien eine sehr junge Bildung sei. Unter diesen Reptilien finden wir selbst Vertreter der Megalonyxschicht: die Sepiden. Dieses spricht dafür, dass die Landverbindung mindestens noch im Pliozän bestanden hat, ja das Vorhandensein einer Reihe moderner nordischer Tiere wie Cyon, Capra, Arvicola, Myoxus, Arctomys spricht sogar für eine Verbindung in der Diluvialzeit. Damit ist natürlich nicht ausgeschlossen, dass diese Verbindung nur kurze Zeit dauerte, ja dies ist sogar sehr wahrscheinlich, da sonst mehr Tiere die Inseln hätten erreichen müssen. Dagegen mag die Insel vorher, vielleicht die ganze Pliozänzeit hierdurch isoliert gewesen sein, so dass die vielen endemischen Formen bei den Mollusken 33% auf Sardinien, 40% auf Korsika, sich entwickeln konnten. Auch erklärt diese Annahme, dass die reiche Säugetierfauna, die im Pliozän in Italien lebte, und deren Reste im

[1]) Kobelt, Zoogeographie. II. S. 186. 250—267.

Val d'Arno und im Chianatale gefunden wurden, die beiden Inseln nicht erreicht haben. Erst als diese verschwunden war, trat die Verbindung ein, wahrscheinlich während einer Eiszeit, so dass Arctomys nach den Inseln kam, löste sich aber sehr bald wieder. Elba muss noch länger mit dem Festlande zusammengehangen haben, da es während der Diluvialzeit noch von Hirschen, Antilopen und Pferden erreicht wurde. Nicht unerwähnt soll bleiben, dass die Inseln in mancher Beziehung auch auf Südfrankreich weisen und nicht ausgeschlossen wäre es, dass sie von hier aus einen Teil ihrer Fauna erhalten hätten. Im ganzen haben wir es hier mit zwei Inseln zu tun, deren gemeinsame Geschichte noch viele Dunkelheiten aufweist; noch sind bei ihnen bei weitem nicht alle Rätsel gelöst, die ihre Tierwelt uns aufgibt. Als Teil der alten Tyrrhenis wird meist auch der Mte. Argentario angesehen. Von seinen Mollusken finden sich 39% auf Sardinien, 36% auf Korsika, 39% in Toskana. Wir haben hiernach keine Veranlassung anzunehmen, dass der Berg je mit den beiden grossen Inseln in engeren Beziehungen gestanden hätte als mit Toskana. Man hat für die Tyrrhenis auch eine Verbindung mit Afrika angenommen, wie sie z. B. die Verbreitung der Ursiden sehr einfach erklären würde, die im Atlasgebiete, auf den Balearen, Sardinien, Korsika in Mittel- und Norditalien sich finden, dagegen in Spanien, Süditalien und auf Sizilien fehlen. Da aber Sardinien nur 10% Übereinstimmung mit der nordafrikanischen Molluskenfauna aufweist, noch dazu meist in Arten, die auch anderweit vorkommen, so ist diese Annahme wenig wahrscheinlich. Grösser ist die Verwandtschaft mit Sizilien, die 29% der sardinischen Arten beträgt und sich besonders auch in dem Vorherrschen von Iberus ausspricht. Ausserdem zeigen die endemischen Unio-Arten sizilianische Verwandtschaft. Es ist also der Fall nicht ausgeschlossen, dass in der Mitte der Tertiärzeit Sardinien mit Sizilien in Verbindung gestanden hat und auf diese Weise indirekt auch mit Afrika. Dann könnten die Ursiden auf diesem Wege nach Afrika gelangt und später in Sizilien wieder ausgestorben sein.

Klarer liegen die Verhältnisse bei den Balearen, die an Südspanien sich anschliessen, mit dem sie 30% ihrer 74 Molluskenarten gemeinsam haben. Auch die übrigen nicht endemischen Arten finden sich im übrigen Spanien. Die engsten Beziehungen zeigen die Balearen zur Gegend um Valencia und aus dieser müssen sie ihre Fauna erhalten haben, in der auch Relikenformen wie Tudora nicht fehlen. Zu dem tyrrhenischen Gebiete haben wir dagegen bei den Mollusken keine Beziehungen hervorzuheben, das Meer zwischen Menorca und Sardinien scheint hiernach also schon ein hohes Alter zu besitzen, wogegen freilich das Vorkommen der Ursiden zu sprechen scheint. Die Abtrennung der Balearen von Spanien aber ist kaum vor das Diluvium zu setzen. Bis dahin bildeten sie einen Teil des andalusischen Berglandes, das seit der Miozänzeit sich aufgetürmt hatte, und vorher bildete sie mit diesem und Nordmarokko eine grosse Insel, die sowohl gegen das Atlasgebiet wie

gegen die iberische Meseta durch Meeresarme geschieden wurde. Über dieses Land könnten auch die Bären nach Nordafrika gelangt sein. Auf ihm war auch in seiner ganzen Ausdehnung die sizilisch-tyrrhenische Schnecke Iberus verbreitet.

Wir haben aus dem vorangehenden gesehen, dass die Ausbildung der eigentlichen mittelmeerischen Inseln zum Teil ins Pliozän, zum Teil ins Diluvium fällt. Als pliozän sahen wir an Kypern, Kreta, Cerigotto, (Sardinien und Korsika), als diluvial Rhodus, die Kykladen, Karpathos, Kasos, Cerigo, Zante, Kephalonia, Korfu, Sizilien, Malta, Sardinien, Korsika, Elba, die Balearen, so dass also die Ausbildung der jetzigen Verteilung von Land und Wasser im Mittelmeergebiete eine sehr neue ist. Wir wenden uns nun zu den zu unserer Unterregion gehörigen atlantischen Inseln. Die Kanarischen Inseln zeigen nach Wollaston[1]) von allen atlantischen Inseln die meisten mittelmeerischen Elemente in ihrer Molluskenfauna. Er sieht sie deshalb als ein zerbrochenes Festlandsgebiet an, auf dem tertiäre europäische Formen wie Craspedopoma bis zur Jetztzeit überleben konnten. Als Anschlussgebiet kommt Marokko in Betracht, die Kanarischen Inseln liegen ja in der geraden Fortsetzung des Hohen Atlas. Die Trennung scheint aber ziemlich früh erfolgt zu sein, da wir fast gar keine einheimischen Landtiere auf den Inseln kennen. Die grösseren Säugetiere sieht man meist als durch die Menschen eingeführt an, die schon früh die Inseln erreicht haben müssen. Immerhin ist das nicht beweisend für einen ozeanischen Ursprung, denn auch auf anderen zweifellos kontinentalen Inseln wie Neukaledonien und Neuseeland fehlen Landsäugetiere gänzlich. Dass die Inseln nicht ozeanisch sind, beweist auch das Vorkommen von Diabas auf Palma, Fuertaventura und Gomera, jedenfalls auch unter Teneriffa[2]). Nach Fritsch und Reiss sind die Inseln mindestens seit der Mitte der Miozänzeit vorhanden[3]). Der Zeitpunkt der Abtrennung der Inseln lässt sich nicht mit Sicherheit bestimmen. Nach der Verbreitung der Mollusken würden wir ihn vielleicht ins untere Pliozän verlegen können. Südmarokko mag damals ziemlich isoliert gewesen sein, nach Süden durch die Wüste gegen die äthiopische Region, nach Norden gegen die oben erwähnte grosse Insel zu beiden Seiten der jetzigen Strasse von Gibraltar durch einen Meeresarm, der vom Wadi Um er Rebia über Meknesa, Fes nach dem Wad ul Asfar und Muluja und von hier durch die Täler des Tafna, West-Isser, Sig, Scheliff, Metidja, Ost-Isser, Sahel und Seybouse in die Gegend von Bona führte. Algerien aber hat seine reiche Pliozänfauna wahrscheinlich erst nach dieser Zeit von Pikermi her erhalten, indem diese über Süditalien und Sizilien einwanderte. Unter diesen Umständen können wir für das damals noch ziemlich junge Atlasgebiet eine spär-

[1]) Wollaston, Testacea Atlantica. London 1878 S. 564.
[2]) Fritsch u. Reiss, Geologische Beschreibung der Insel Teneriffa. 1868. S. 315.
[3]) Ebend. S. 220.

liche Fauna annehmen, die den Mangel an Landtieren auf den Kanarischen Inseln erklärlich macht.

Die Kap Verdischen Inseln liegen zwar weit von den Kanarischen Inseln entfernt, doch müssen wir sie trotzdem an diese anschliessen. Es findet die Untergattung Leptaxis von Helix sich auf beiden Gruppen, ebenso Hemicycla, die nur von den Kanarien nach dem Kap Verden gekommen sein können, da sie in den nächstbenachbarten festländischen afrikanischen Gebieten vollständig fehlen. Von anderen Tiergruppen erwähnen wir die für beide Inselgruppen charakteristischen Tenebrioniden Hegether und Acalles, letzterer flügellos, aber trotzdem zugleich auf Madeira und in Südeuropa vorkommend. Dass unter den Vögeln auch äthiopische Formen sich finden, kann auf die Zuweisung der Inselgruppe zum mittelmeerischen Gebiete keinen Einfluss haben, diese Tiere sind transmarin auf die Inseln gelangt. Wir nehmen also an, dass im Miozän von Südmarokko aus eine Halbinsel über die Kanarischen nach den Kap Verdischen Inseln sich erstreckte, deren Aussenrand etwa mit der 4000 m Isobathe parallel verlaufen sein mag. Nach der Isolierung derselben brach das ganze Mittelstück in die Tiefe und diese Dislokation wurde jedenfalls von lebhaften vulkanischen Eruptionen begleitet, die das alte Felsengerippe der Inseln fast völlig verhüllt haben. Möglich ist es, dass bei diesen Eruptionen auch eine etwa vorhandene höhere Landtierwelt vernichtet wurde, die ja nur spärlich sein konnte, sei es nun direkt oder indirekt durch Zerstörung des Pflanzenwuchses. Nur die bescheidenen Mollusken überlebten diese Katastrophe.

Wir wenden uns nun zu Madeira, für dessen ozeanische Natur Wallace neuerdings wieder eingetreten ist[1]). Er weist besonders auf das Fehlen von den sonst weitverbreiteten Gattungen Carabus, Lampyris, Pimelia und Akis hin. Hiergegen weist Scharff nach, dass diese Tatsache deshalb nicht auffällig ist, weil diese Gattungen überhaupt in Westeuropa seltener werden, wie folgende Zusammenstellung zeigt, die die Anzahl der in den einzelnen Ländern vorkommenden Arten nach Scharff angibt[2]).

	Carabus.	Lampyris.	Pimelia.	Akis.
Europa	153	19	41	11
Spanien	17	2	18	7
Portugal	8	1	0	1
Gibraltar	3			
Marokko	2			

In seiner Molluskenfauna zeigt Madeira durch Leptaxis und Craspedopoma Übereinstimmung mit den Kanarischen Inseln, doch beweist dies nicht

1) Wallace, The Coleoptera of Madeira as illustrating the origin of insular faunas 1900.

2) Scharff, Proc. Roy. Ir. Acad. 1902. S. 271.

ihren früheren Zusammenhang. Nach dem Relief des Meeresgrundes schliesst Madeira an Portugal sich an, durch Vermittlung der Seine- und der Gettysbury-Bank. Wir nehmen also an, dass Madeira von Südportugal seine Fauna erhielt und von hier konnte es die gleichen Mollusken erhalten wie die Kanarischen Inseln, da ja z. B. Craspedopoma bis zum Pliozän in Europa lebte. Die Isolation scheint hier etwas früher erfolgt zu sein als im Süden, also vielleicht noch im Miozän, und im Pliozän müssen auch Madeira und Porto Santo sich getrennt haben, da diesen nur 21 % bezw. 29 % ihrer Molluskenfauna gemeinsam sind. Eigentümlich ist das Fehlen vieler weitverbreiteten Käferfamilien auf Madeira. Wir können kaum annehmen, dass diese die Insel nie hätten sollen erreichen können. Wahrscheinlicher erscheint die Vermutung, dass sie dem Leben auf der isolierten Insel sich nicht anzupassen verstanden und infolgedessen ausstarben. Der Grund ist vielleicht in der Wirkung des Windes zu suchen, die nach Wallaces geistvoller Ansicht zugleich das Auftreten zahlreicher fliegunfähiger Typen bewirkt hat[1]). Dass die Abtrennung Madeiras nicht vor dem Miozän erfolgte, dafür spricht ausser den Mollusken das Vorhandensein eines Geckotiden, welche Familie erst im Miozän in der holarktischen Region erscheint, die freilich auch von allen Eidechsen am ersten zu transmariner Ausbreitung befähigt erscheint, wie die ozeanischen Inselfaunen beweisen.

Es verbleiben uns nun noch die Azoren, die von allen in Betracht kommenden Inseln am isoliertesten liegen, aber trotzdem sehr enge Beziehungen zu Europa zeigen. So sind nach Wallaces Angabe 83 % der azorischen Vögel zugleich europäisch[2]). Auch die Mollusken zeigen ähnliche Verhältnisse. 54 % ihrer Arten finden sich auch in Europa oder auf den anderen makaronesischen Inseln[3]), ein ausserordentlich hoher Prozentsatz, der auf eine sehr späte Isolierung schliessen lässt. Denken wir an die Verhältnisse der mittelmeerischen Inseln, so könnten wir nach diesen Zahlen die Trennung erst ins Diluvium setzen. Dann gewinnt aber auch die Säugetierfauna der Azoren neue Bedeutung, die man bisher für eingeführt ansah. Auch Scharff zweifelt an der Richtigkeit dieser Annahme. Er weist besonders auf folgendes hin[4]): Als die Inseln entdeckt wurden, gab es auf ihnen viele Bussarde, die von kleinen Säugern leben. Also müssen solche schon früher vorhanden gewesen sein, und zwar Kaninchen, Ratten, Mäuse und Wiesel, die noch jetzt die Inseln bewohnen. Es ist auch bereits auf einer Karte von 1385, die Scharff abbildet, eine Insel der Azoren als Kanincheninsel bezeichnet, die jetzige Insel Flores. Sind diese Tiere aber einheimisch auf den Inseln, so können diese nicht vor dem oberen Pliozän abgetrennt worden sein. Wir müssen dabei wie bei Madeira an eine

1) Wallace, G. D. A. D. A. S. 251.
2) Ebend. S. 249.
3) Wallace, I. L. S. 256.
4) Scharff, Proc. Roy. Ir. Acad. 1902. S. 275—276.

Verbindung mit Südportugal denken, so dass hierdurch die Übereinstimmung der Azoren mit Madeira sich erklärt, mit dem es z. B. Craspedopoma gemeinsam besitzt. Merkwürdig ist, dass auf den Azoren drei Arten von Käfern sich finden, die an südamerikanische Formen sich anschliessen. An eine direkte Einwanderung ist bei ihnen nicht zu denken. Am nächstliegenden ist die Annahme, dass diese Formen mit der Hyracoidenschicht nach Afrika gelangt waren und von hier über Marokko und Portugal die Azoren erreichten. Auch nordamerikanische Beziehungen erkennen wir, und man hat deshalb in den Azoren den Rest einer subtropischen transatlantischen Landbrücke gesehen, wie dies z. B. Simroth[1]) und auch Kobelt tun[2]), doch kann man diese Annahme noch nicht als gesichert bezeichnen, wenn auch manches für sie spricht, fordert doch auch Gregory wegen der engen Verwandtschaft der mittelmeerischen und der westindischen marinen Miozänfauna eine Seichtwasserzone quer über den Atlantischen Ozean noch für das oberste Miozän[3]). Wir werden später auf diese Frage noch zurückzukommen haben. Jedenfalls sehen wir die Azoren als ein im oberen Pliozän oder im Diluvium abgetrenntes Stück Europas an, so dass auch bei der auf den Inseln vorkommenden Eidechse die Einführung nicht unbedingt angenommen werden muss.

Unter den festländischen Gebieten der Unterregion bedarf zunächst Dalmatien einer besonderen Erwähnung, das durch ausserordentlichen Reichtum an Mollusken sich auszeichnet. So finden sich hier auf beschränktem Gebiete 115 charakteristische Arten von Clausilia, während die nach Kobelt nächstreichsten Länder der paläarktischen Region weit dahinter zurückstehen: es haben Siebenbürgen insgesamt 47, Kreta 40, die französischen Alpen 39, das Kaukasusgebiet 38 Arten von Clausilia. Grossen Artenreichtum zeigen in Dalmatien auch Helix, besonders die Untergattung Campylaea, ferner Vitrina, Hyalina, Zonites, Ancylus. Auch findet sich hier eine Albinaria, eine Herilla, die sonst in der Umgebung fehlen. In den benachbarten Gebieten von Krain kommt dazu noch die Höhlenschnecke Zospeum, die aus Carychium sich entwickelt hat. Diese Erscheinung, dass Dalmatien das molluskenreichste Land Europas ist, in der von den Untergattungen von Clausilia allein Delima 81 endemische Arten aufweist, denen 15 von Medora und 12 von Agathylla sich anschliessen, erklärt sich einmal durch die Isolierung dieser Küstenlandschaft durch das dahinter liegende Karstgebiet. Dann aber müssen wir unbedingt mit Kobelt[4]) annehmen, dass hier

---

[1]) Simroth, Die Nacktschnecken der portugiesischen und azorischen Fauna. Nova acta d. d. Akad. d. Naturf. Bd. 56. 1891. S. 402.

[2]) Kobelt, Das Verhältnis der europäischen Landmolluskenfauna zur westindisch-zentralamerikanischen. Nachrichtenblatt d. d. malakolog. G. Bd. 19. 1887. S. 147—148. Kobelt, Die Fauna der atlantischen Inseln. Ebend. S. 53.

[3]) Gregory, Contributions to the Palaeontology and Physical Geology of the West-Indies. Quart. Journ. of the Geol. Soc. London. Vol. 51. 1895. p. 306.

[4]) Kobelt, Zoogeographie. I. S. 306. 308. 312. 315.

einst ein weiter ausgedehntes Land lag, dessen Fauna beim Steigen des Meeresspiegels an die dalmatinischen Uferabhänge sich zurückzog. Dieses Land muss noch in jüngster Zeit einen grossen Teil des Adriatischen Meeres ausgefüllt haben.

Eine in vieler Beziehung eigenartige Molluskenfauna zeigt ferner auch das Kaukasusgebiet. Charakteristische Formen für dieses sind besonders *Fruticocampylaea, Latonia; Lauria; Oligoptychia, Euxina, *Euxinastra, *Serrulina, *Acrotoma, *Micropontia; Chondrus; Retinella, *Polita. Die nicht durch einen Stern bezeichneten finden sich auch in dem nichtpontischen Kleinasien und sind zum Teil noch weiter verbreitet, Serrulina und Polita breiten sich wenigstens an der kleinasiatischen Küste des Schwarzen Meeres aus, doch ist ihr Verbreitungszentrum zweifellos der Kaukasus. Dieses stark isolierende Gebirge, das auch ethnographisch sondernd wirkt wie kaum ein anderes, hat den gleichen Einfluss auch auf die Mollusken bewiesen. Wenn es auch an Artenreichtum hinter Dalmatien zurücksteht, so weist es doch höhere Zahlen auf, als die meisten anderen Gebiete. So sind Euxina und Chondrus je durch 20 Arten vertreten. Diese Zahlen werden nur übertroffen durch die 21 Alopiaarten Siebenbürgens und durch die 35 Xerophila und 41 Fruticicola der französischen Alpen. Wenn aber diese Gebirge auch einzelne Gattungen noch mehr spezialisierten als der Kaukasus, so stehen sie doch an generischen Eigentümlichkeiten beträchtlich hinter diesem zurück. Die weitere Ausbreitung der im Kaukasus heimischen Gattungen beweist, dass dieses Gebirge in jüngster Zeit nicht inselartig isoliert war. Dagegen kann dies in früherer Zeit der Fall gewesen sein, und in dieser haben sich vielleicht wenigstens teilweise die oben aufgezählten Untergattungen ausgebildet, wenn wir auch nicht aller Heimat im Kaukasusgebiet suchen dürfen, da ja eine Gattung durchaus nicht dort ihre Heimat haben muss, wo sie in der grössten Artenzahl auftritt[1]. Dies gilt besonders von den drei letzten Gattungen.

Zum Schlusse werfen wir noch einen Blick auf die Ausbildung der mittelmeerischen Unterregion im ganzen. Diese wird vollendet durch die Erhebung der jungen Kettengebirge, also im Miozän und Pliozän. Im letzteren ist zwar die Grenze gegen das übrige Europa noch nicht so scharf als jetzt, aber doch unterscheidet sich die Pikermifauna nicht unwesentlich von der gleichaltrigen mitteleuropäischen. So fehlen im Norden die Antilopiden, Giraffiden und Sivatheriden, deren Stelle die Cerviden einnehmen, sowie die Orycteropodiden. Bei den ersteren können wir allerdings auch an den Gegensatz von Savannen- und Waldgebieten denken, die letzteren sind aber eine ausgeprägte südliche Form. Auch die Ctenodactyliden gehen nicht über die Grenzen der Unterregion hinaus.

---

[1]) Kobelt, II. S. 118.

§ 105. Die vierte Unterregion bildet Europa nördlich des mittelmeerischen Gebietes bis zur obischen Niederung im Osten, bis zur Baumgrenze im Norden. Die Fauna derselben ist sehr wenig selbständig, was durch die Eiszeit bedingt wurde, während der ein grosser Teil des Gebietes zur Besiedelung durch Tiere ungeeignet war. Als relativ endemisch können wir nur bezeichnen die Proteiden; die Gadiden, Umbriden; die (Nemeobiiden). Dass die Fauna in der Hauptsache nur auf die Diluvialfauna zurückgeht, sehen wir aus dem raschen Anwachsen der Anzahl von rezenten Formen in derselben. Es bilden die noch in Europa lebenden Gattungen von der Gesamtsäugetierfauna Europas in der betreffenden Epoche

im unteren Oligozän 2%
im oberen Oligozän 5%
im unteren Miozän 18%
im oberen Miozän 18%
im unteren Pliozän 17% (unter Ausschluss der spez. mittelmeerischen Formen)
im oberen Pliozän 35%
im Diluvium 76%.

Während das Anwachsen der Zahlen bis zum Pliozän nur langsam erfolgt, tritt zwischen Pliozän und Diluvium ein Sprung ein, der fast doppelt so gross ist, als der vom Diluvium zur Jetztzeit und fast 2½ mal so gross als der zwischen unterem und oberen Pliozän. Immerhin findet ein allmählicher Übergang der Pliozän- in die Diluvialfauna statt. 53% der diluvialen Gattungen sind gleichzeitig pliozän. Die Diluvialfauna ist also ihrer Hauptmasse nach innerhalb der Unterregion selbst erwachsen, hat aber zeitweise eine starke Zurückdrängung erfahren und dann wieder vermischt mit von Asien eingewanderten neuen Formen über die früher verlassenen Gebiete sich ausgebreitet, so dass wir während der Diluvialzeit in Europa eine eigentümliche Mischfauna finden, zusammengesetzt aus südlichen, nördlichen und östlichen Elementen[1]). Gehen wir weiter in der Geschichte der Unterregion zurück, so löst sich der Zusammenhang derselben auf. Sie ist erst in der Tertiärzeit zu einer Einheit verwachsen, nur im Westen reichten über den Atlantischen Ozean grössere Landgebiete in das europäische Gebiet. Die Archipelnatur eines grossen Teiles von Europa während der älteren Tertiärzeit prägt sich in seiner Molluskenfauna aus, deren Verteilung nach Kobelt älter ist als die jungen Kettengebirge[2]). Dies prägt sich besonders darin aus, dass selbst ein so mauerartiges Gebirge wie die Pyrenäen, deren Faltung seit dem Oligozän abgeschlossen ist, nicht als Faunengrenze in bezug auf die Mollusken angesehen werden kann. Vielmehr stimmen Süd- und Nordabhang in ihrer Fauna sehr überein,

1) S. § 266.
2) Kobelt, Zoogeographie. I. S. 186.

und selbst Spanien schliesst sich noch an diese pyrenäischen Provinzen an und zwar bis zur Sierra Morena, d. h. bis zu dem alttertiären Meeresarme, der das damalige Mittelmeerbecken mit dem Atlantischen Ozeane verband. Nach Norden bildet die Grenze die Garonneniederung. Ebenso wenig bildet der noch gewaltigere Kaukasus eine Faunenscheide[1]. Innerhalb der Alpen nimmt Kobelt verschiedene Provinzen an: die Westalpen, die Ostalpen, das Karstgebiet und das östliche Vorland, die alle in ihrer Molluskenfauna wesentliche Unterschiede aufweisen. Die Grenze der ersten beiden wird durch die Brennerlinie gebildet. Als charakteristische Formen der vier Provinzen erwähnen wir einige Untergattungen von Clausilia. Es finden sich hauptsächlich:

in den Westalpen: Charpentieria;
in den Ostalpen: Dilataria, Pirostoma, Clausiliastra, Fusulus;
im Karstgebiete: Delima, Medora, Agathylla, Triloba;
im Karpathen-Balkangebiete: Uncinaria, Alopia, Idyla, Pseudalinda, Herilla, Strigillaria.

Lässt so in der alpinen Zone die Molluskenverteilung eine Gliederung in Provinzen deutlich erkennen und gibt uns so einen Aufschluss über jedenfalls dort in alttertiärer Zeit vorhanden gewesene Inseln, so versagt dieses Mittel in den nördlicheren Teilen von Europa, weil hier bei dem völligen Mangel von natürlichen Grenzen seit der Miozänzeit eine Faunenmischung eintreten musste.

Wir wenden uns nun den europäischen Inseln und zwar zunächst Grossbritannien zu. Die Säugetierfauna desselben schliesst sich an die europäische Diluvialfauna an. Da ausserdem fast alle Arten mit den europäischen übereinstimmen, so muss die Trennung erst sehr spät erfolgt sein. Von den Landsäugetieren Grossbritanniens und Irlands sind 97% der Arten identisch mit denen des Festlandes, von Gattungen sogar 100%. Diese weitgehende Übereinstimmung beweist, dass die Verbindung mit dem Festlande eine sehr breite gewesen sein muss, jedenfalls war damals der grösste Teil der Nordsee Festland, zum mindesten der Teil südlich der Dogger-Bank. Merkwürdig ist das Verschwinden zahlreicher im Diluvium Englands vorkommenden Tierformen, die z. T. auf dem Festlande sich erhalten haben wie Gulo, Capra, Saiga. Doch haben sich diese Formen auch auf dem Kontinente in entferntere Gebiete zurückgezogen. Immerhin fehlen in England eine Reihe von Säugetieren, die wir in West- und Mitteleuropa kennen. Wallace sucht diese Armut durch die Annahme von Senkungen des Landes zu erklären, die Teile der alten Fauna vernichtet hätten[2], dagegen sieht Bulman in ihr die Wirkung der Eiszeit[3]. Die letztere Annahme er-

[1] Kobelt, S. 191.

[2] Wallace, G. D. A. D. A. I. S. 236. I. l. p. 338.

[3] Bulman, The Effect of the Glacial Period on the Fauna and Flora of the British Island. Natural Science. vol. III. 1893. p. 261—266.

scheint sehr wahrscheinlich; war doch Grossbritannien fast ganz von Eismassen bedeckt, so dass durch diese fast alles Tierleben vernichtet werden musste. Immerhin kann sie nicht alle Schwierigkeiten beseitigen, da viele jetzt ausgestorbenen Tiere im Themsegebiet noch während der Interglazialzeiten und selbst postglazial gelebt haben. Diese Tiere sind also jedenfalls erst nach dem Rückgange des Eises eingewandert, ihr Aussterben kann also nicht durch dessen Ausbreitung verursacht worden sein. Es bleibt demnach nur die Annahme übrig, dass diese Tiere durch den bei insularer Abschliessung zunächst gesteigerten Wettbewerb vernichtet wurden, zum grössten Teil vielleicht auch direkt und indirekt durch den Menschen, dessen Einwirkung in dem beschränkten Gebiete die Tiere sich weniger leicht entziehen konnten, als auf dem Kontinente. So verschwanden erst in geschichtlicher Zeit Ursus, Lupus, Castor und Bos vom britischen Boden, so mögen auch in vorgeschichtlicher bereits besonders die grossen Tiere ausgerottet worden sein. Die relative Armut Englands kennzeichnet sich selbst in der Verbreitung der Familien. Es fehlen verschiedene, die auf dem Festlande weit verbreitet sind, so die Feliden und Oviden, die im Diluvium noch vertreten waren, ferner die Pelobatiden, Discoglossiden, Hyliden und die Siluriden. Die Abtrennung Grossbritanniens müssen wir also sehr spät in die Diluvialzeit setzen, von allen bisher betrachteten holarktischen Inseln ist es jedenfalls die jüngste.

Noch viel ärmer als die Lebewelt Grossbritanniens ist die von Irland, wie die folgende Zusammenstellung zeigt:

	Lebende Arten in Grossbritannien:	Irland:	
Landsäugetiere [1]	27	13	= 48 %
„ einschliesslich der in geschichtlicher Zeit ausgerotteten	31	15	= 48 %
Fledermäuse [2]	12	7	= 58 %
Landvögel [2]	130	110	= 85 %
Reptilien und Amphibien [2]	13	4	= 31 %
Batrachier [3]	4	2	= 50 %
Pflanzen [3]	1425	970	= 68 %.

Wir sehen, dass die zu transmariner Ausbreitung befähigten Gruppen in Irland in reichlicherem Masse vertreten sind. Sie haben nach Irland noch gelangen können, als dieses schon abgetrennt war. Dagegen finden wir die Landtierfauna durch ziemlich kleine Zahlen repräsentiert. Die Abtrennung von Irland kann auch erst im Diluvium und

1) Nach Lydekker, G. H. M. D. A. S. 472—473.
2) Nach Wallace, I. l. p. 339.
3) Nach Palacky, Verh. d. k. k. zoolog. bot. Ges. Wien 1898. S. 377.

zwar nach der Eiszeit erfolgt sein, da z. B. alle seine Säugetiere mit Ausnahme von Mustela hibernica auf Grossbritannien vorkommen. Die Abtrennung erfolgte aber früher, als die Englands vom Kontinente, und jedenfalls kurz nach dem Rückzuge des Eises, so dass nur wenige Landtiere Irland erreichen konnten. Interessant ist das verschiedene Verhalten der einzelnen Säugetierordnungen, wie folgende Zusammenstellung zeigt, die angibt, wieviel Prozent die irische Fauna von der grossbritannischen ohne bezw. mit Einschluss der in geschichtlicher Zeit ausgerotteten Landsäugetiere ausmacht.

	ohne ausgerottete Tiere:	mit denselben:
Raubtiere	75 %	80 %
Insektenfresser	40 %	40 %
Nagetiere	36 %	33 %
Huftiere	33 %	25 %.

Wir sehen hieraus einmal, dass von der Ausrottung besonders die Raubtiere betroffen worden sind, wie das selbstverständlich ist, dann aber auch, dass die Pflanzenfresser langsamer sich ausgebreitet haben als die Fleischfresser, denen wir ja schon in der Einleitung grössere Migrationsfähigkeit und Aktivität zugeschrieben haben. Der geringe Prozentsatz der irischen Fauna lässt darauf schliessen, dass diese nicht direkt von England nach der Insel gelangt ist, sondern über Schottland. Die Irische See muss also bei dem Rückgange der Eismassen schon bestanden haben und Irland kann nur über Galloway mit dem Festlande noch in Verbindung gewesen sein. Dies ist die Annahme, die Scharff zur Erklärung der Armut der irischen Fauna gemacht hat[1]. Irland zeigt aber eine zweite sehr merkwürdige Beziehung zu Asturien und Nordportugal und zwar ist es die Südwestecke der Insel zwischen der Dingle-Bai und der Bantry-Bai, die hier in Betracht kommt. Hier lebt ein Oncidiide, Geomalacus maculosus, der in Asturien und Nordportugal einheimisch ist. Ebenso findet sich in beiden Gebieten die Kröte Bufo calamita. Auch ein Arbutus (A. unedo) findet sich hier, der sonst nur der Mittelmeerflora angehört, sowie ein portugiesischer Farn Trichomanes radicans. Man hat daraus auf eine alte Landverbindung zwischen Irland und Asturien geschlossen, für die auch grosse Geröll-lager in Mittelspanien sprechen, die einem von Norden kommenden grossen Strome ihren Ursprung zu verdanken gehabt scheinen. Jedenfalls liegt aber diese Verbindung ziemlich weit zurück bis vor die Zeit der Auffaltung der Pyrenäen. Sie hat also höchstens bis zum Oligozän bestanden. Immerhin können durch sie die genannten Erscheinungen erklärt werden, da Arbutus bereits aus dem europäischen Tertiär fossil

---

[1] Scharff, On the Origin of the Irish Land and Freshwater Fauna. Proc. of the Roy. Ir. Acad. 3. ser. vol. III. 1894. p. 479—485.

bekannt ist, ebenso wie Bufo. Bei den Oncidiiden spricht aber das zerstreute Verbreitungsareal für ein hohes Alter. Vielleicht genügt aber auch eine kretazeische Verbindung beider Länder, wie Koken sie annimmt.

Noch früher als Irland müssen die Shetland-Inseln selbständig geworden sein, deren Fauna noch ärmlicher ist, indem ihnen fast alle Landtiere fehlen.

Alle übrigen Inseln der europäischen Unterregion, so besonders die dänischen sind wie Grossbritannien zweifellos erst von diluvialem Alter, da sie in ihrer Fauna ganz mit dem Festlande übereinstimmen.

Die fünfte Unterregion bilden Sibirien ausschliesslich des baumlosen Gebietes im Norden, sowie die Tiefebene von Turkestan. Charakteristische Familien lassen sich für sie kaum angeben mit Ausnahme der Comephoriden aus dem Baikalsee, dagegen hat sie eine Reihe von solchen mit der europäischen Unterregion gemein, die sonst im paläarktischen Gebiete nur wenig die Grenzen beider Unterregionen überschreiten, wie die Castoriden, die Cottiden, Gasterosteiden, Esociden, Accipenseriden. Auf die grosse Bedeutung, die die Unterregion in der Diluvialzeit gehabt hat, indem wir in ihr das damalige Verbreitungszentrum der holarktischen Tierwelt sehen müssen, ist schon oben hingewiesen worden. Vorher war sie während der Miozän- und Pliozänzeit als Durchgangsland zwischen Europa und Nordamerika wichtig, zwischen denen ihre Fauna damals vermittelte. Aus diesem Grunde sehen wir sie auch als besondere Unterregion an, zumal sie bis zum Oligozän der Kern eines selbständigen Kontinentes gewesen ist. Sie weist übrigens auch im Diluvium eine Reihe besonderer Säugetierformen auf, spezifisch asiatische wie Siphneus, Spalax, Moschus, sowie Felis tigris, der von hier erst nach der orientalischen Region gelangt sein dürfte.

Wir haben bei dieser Unterregion einige grosse Wasserbecken einer besonderen Betrachtung zu unterziehen. An erster Stelle steht das Kaspische Meer, das an der Grenze der Unterregion gegen Europa gelegen ist. Wir haben es in ihm mit einem Reliktensee zu tun, der bis in die jüngere Tertiärzeit mit dem nördlichen Schwarzen Meere ein einheitliches grosses Meeresbecken bildete. Dies beweisen unter anderen die beiden Lamellibranchiatengattungen Adacna und Monodacna, die charakteristisch für das Kaspische Meer sind und sich sonst jetzt nur in den Limanen der südrussischen Ströme finden, während sie fossil auch in den Schichten der pontischen Stufe im sarmatischen Becken sich finden, das damals mit dem Kaspischen Meere in Verbindung stand. Mit dem Mittelmeer hat dagegen der Binnensee nur einen weit verbreiteten Zweischaler, Cardium edule gemeinsam, das sind nur 2% seiner Molluskenarten, soweit sie bis jetzt bekannt geworden sind[1]). Was die höhere Tierwelt anlangt, so ist der merkwürdigste Bewohner des

[1]) Nach Kobelt, Zoogeographie. I. S. 224—225.

Kaspischen Meeres der Seehund, dessen nächste Verwandte in der Ostsee leben. Keinesfalls kann er vom Mittelmeer, kaum von dem Eismeer her in das kaspische Gebiet gelangt sein, da hier keine verwandten Formen sich finden. Immerhin ist diese Frage noch nicht entschieden. Eine direkte marine Verbindung zwischen Ostsee und Kaspisee scheint nicht existiert zu haben, dies zeigt besonders das Verhalten der Süsswasserfische. Nach Zogras[1]) Untersuchungen haben wir im Ladoga- und im Onegasee eine Reliktenfauna, im Gebiete südlich derselben fehlen alle marinen Formen, dagegen spielen hier die Salmoniden eine grosse Rolle. Im Wolgagebiete endlich fehlen diese und Cypriniden herrschen vor. Auch die Muräniden fehlen in den Strömen, die dem Kaspischen Meere zuströmen, sowie in den südrussischen Strömen und der Donau. Dagegen sind diese Physostomen in dem ganzen Ostseegebiete verbreitet, ebenso wie in der Umgebung des Mittelmeeres und in den sibirischen Strömen. Die Muräniden repräsentieren also ebenso negativ wie die Adacniden positiv die Ausdehnung des alten sarmatischen Meeresbeckens. Kobelt vermutet deshalb, dass der Seehund mit Benützung von Flüssen von der früher weiter ausgedehnten Ostsee nach dem ebenfalls ausgedehnteren Kaspisee gelangt sei.

Der Aralsee kennzeichnet sich als ein früheres Stück des sarmatischen Meeres durch eine Adacna, die auch im Kaspischen Meere vorkommt, mit dem er überhaupt 67% seiner allerdings nur sehr spärlich bekannten Molluskenfauna gemein hat. Ausserdem findet sich auch in ihm der kaspische Seehund.

Noch merkwürdiger als die Fauna des Kaspischen Meeres ist die des Baikalsees, die sich besonders durch ihren hohen Endemismus auszeichnet. Von den Molluskenarten sind 97% endemisch und zwar gehören 72% zu endemischen Gattungen, die selbst 70% aller vorkommenden Gattungen ausmachen. Von der übrigen Fauna ist am merkwürdigsten der Seehund des Sees, dessen Herkunft noch ein vollkommenes Rätsel ist. Dann sind noch zu erwähnen die Comephoriden, deren einzige monotype Gattung im Baikalsee lebt, sowie weitere eigentümliche Fische (35% endemisch), unter denen die Gobiiden wiederum auf den See beschränkt sind, ferner Krebse aus der Familie der Gammariden und eine Spongia. Die Beziehungen dieser Formen sind äusserst merkwürdig. Der Schwamm kommt vollkommen ununterscheidbar auch im Beringmeer vor, die Krebse weisen auf das nördliche Eismeer, von den Mollusken sind Ancylus und Valvata in Sibirien verbreitet, Hydrobia zeigt Verwandtschaft zu kalifornischen Formen, Choanomphalus und Baicalia lassen sich mit sarmatischen Formen in Beziehungen bringen. Dagegen fehlen viele in Sibirien weitverbreitete Gattungen wie Physa, Limnaea, Planorbis, Paludina, Bithynia. Der Seehund endlich könnte wieder wie beim Kaspischen Meere nach der Ostsee weisen[2]). Hiernach

[1]) Zitiert nach Kobelt, Zoogeographie. I. S. 215.

[2]) Kobelt, Zoogeographie. I. S. 208—210, 224.

können wir kaum annehmen, dass dieser Reliktensee seine Fauna von Norden her erhalten habe, wir werden vielmehr darauf hingewiesen, im Han-hai den Ursprung dieser eigenartigen Bevölkerung zu sehen. In dieses müssen von Osten und von Westen her die pazifischen und die sarmatischen Formen gelangt sein. Die Abtrennung muss aber schon sehr früh erfolgt sein, wahrscheinlich im Miozän, da wir aus älterer Zeit keine Pinnipedier kennen, da aber andererseits der Baikalsee fast gar keine Beziehungen zur jetzigen Kaspifauna zeigt. Für den Zusammenhang des Baikalsees mit dem Han-hai spricht auch das von Obrutschew behauptete Vorkommen eines Phociden im Kukunor [1]). Hiernach haben bis zum Miozän sarmatisches Becken und Han-hai in Verbindung gestanden, sind dann durch die zentralasiatische Faltung getrennt worden, von dem sich hebenden Han-hai wurde der Baikalsee abgetrennt, der in seiner tiefen Grabenversenkung die alte Fauna erhielt, die im Süden verschwinden musste, als das alte Meeresbecken austrocknete [2]). An der Ausbreitung im Angaragebiet aber wurde die Fauna jedenfalls durch einen Felsriegel gehindert, der jetzt als Barre die Schiffahrt erschwert, früher vielleicht aber völlig unüberschreitbar war. Die Verhältnisse des Baikalsees erlauben einen Rückschluss auf die des Kaspisees. Auch in diesen muss der Phocide bereits im Miozän gelangt sein, Phoca ist ja auch bereits aus dem Crag von Antwerpen, wie aus dem oberen Miozän (sarmatische Stufe) von Kertsch bekannt, also aus einem Areal, das damals mit dem Kaspischen Meere in Verbindung stand. Ist also der Kaspische Seehund nach Jamesons Annahme eine Phoca, so würde seine Herkunft dadurch erklärt werden, während Calocephalus, dem Nehring ihn zurechnet, fossil bis jetzt noch nicht bekannt ist. Wie dem auch sei, merkwürdig bleibt immerhin die Beschränkung der Seehunde und der Reliktenfauna überhaupt auf die genannten drei grossen Seen, während beispielsweise der Balkaschsee keine Spur derselben aufweist.

Als sechste Unterregion bezeichnen wir das Arktische Gebiet nördlich der Baumgrenze. Dieses lässt sich allerdings seiner Lebewelt wie seiner Entwicklung nach kaum mit den anderen Unterregionen, erst recht nicht mit dem paläarktischen und nearktischen Gebiete gleichstellen, trotzdem haben wir es als eine besondere Abteilung der holarktischen Region aufgefasst, weil in ihrem Bereiche eine Trennung nach den Hemisphären fast unmöglich ist, wenn auch die Unterregion im ganzen keine gemeinschaftliche Entwicklung genommen hat. Die Fauna ist eine ausserordentlich spärliche. Es finden sich in ihr Feliden (Lynx), Ursiden (*Thalassarctos), Caniden (*Lagopus), Vespertilioniden, Arvicoliden (Microtus, *Myodes, *Cuniculus), Leporiden (*Lepus), Cerviden

---

[1]) Nach Kobelt, Zoogeographie. I. S. 213.

[2]) Arldt, Der Baikalsee, ein zoogeographisches Rätsel. Naturwissenschaftliche Wochenschrift. 1906 S. 721—725. 1907 S. 174.

(*Rangifer), Oviden (*Ovibos)[1]), von Vögeln die Turdiden, Sylviiden, Cincliden, Troglodytiden, Laniiden, Corviden, Ampeliden, Hirundiniden, Fringilliden (u. a. Pinicola), Sturniden, Alaudiden, Motacilliden, Piciden, Cypseliden, Alcediniden, Strigiden (Nyctea, Surnia), Cuculiden, Columbiden, Tetraoniden (Lagopus), Ralliden, *Scolopaciden, *Charadriiden, *Lariden, *Alciden, Procellariden, Accipitriden, Buteoniden, Aquiliden, Falconiden, Pandioniden, Suliden, Phalacrocoraciden, Ardeiden, Ciconiiden, *Colymbiden, Podicipitiden, *Anatiden (Somateria). Die mit einem Stern bezeichneten Familien sind besonders charakteristisch für die Unterregion. Reptilien fehlen vollständig, ebenso die Amphibien mit Ausnahme der Raniden in Alaska. Von Süsswasserfischen finden sich in ihr Perciden, Gasterosteiden, Cottiden (nur in Alaska), Cypriniden (Alaska), Esociden, Muräniden, Accipenseriden; von Insekten z. B. Satyriden, Nymphaliden, Lycäniden, Pieriden, Papilioniden, Hesperiden, Sphingiden, Bombyciden, Noctuiden, Geometriden; Carabiden, Buprestiden, Aphodiiden, Cetoniiden, Tenebrioniden. Viele dieser Familien überschreiten aber eben nur die Grenze an einzelnen Stellen. Unter den Mollusken endlich sind zu nennen die Heliciden, Limaciden, Limnäiden; Cyreniden (Pisidium), Nayadiden. Bei der spärlichen Fauna lässt sich die Geschichte der einzelnen Inseln meist nur schwer oder gar nicht ermitteln.

Als erste Gruppe erwähnen wir die Neusibirischen Inseln. Diese haben zwar jetzt keine höhere Tierwelt aufzuweisen, doch finden sich auf ihnen unter einer 20 m mächtigen Eisschicht Reste vom Mammut, vom Rhinozeros und vom Tiger. Diese beweisen, dass die Inseln noch im Diluvium einen Teil Sibiriens gebildet haben, von dem sie auch jetzt nur durch Flachsee getrennt werden, so dass über das Eis im Winter polare Tiere zwischen Inseln und Festland verkehren können. Denn dass diese weite Wanderungen über das Eis ausführen können, beweisen die Fuchsspuren, die Nansen unter 85° nördlicher Breite antraf[2]). Aus diesem Grunde versagt eben die tiergeographische Methode im arktischen Gebiete vielfach.

Nowaja Semlja ist zwar für eine arktische Insel ziemlich reich an Landtieren, doch liegt sie dem Festlande zu nahe, als dass nicht auch hier eine rezente Einwanderung über das Eis möglich wäre.

Dagegen spricht das Vorkommen von Renntieren auf Spitzbergen für eine alte Kontinentalverbindung, denn als Pflanzenfresser konnten diese unmöglich eine so grosse Strecke über das Eis zurücklegen, als jetzt Spitzbergen vom Festlande trennt. Eine verhältnismässig geringe Niveauveränderung würde auch tatsächlich Spitzbergen dem Festlande sehr annähern, da südlich Flachsee bis über die Bäreninsel hinaus sich erstreckt. Die Verbindung muss noch während der Diluvialzeit bestan-

[1]) Brauer, Die arktische Subregion. Zoologische Jahrbücher. III. 1888. S. 189.
[2]) Nansen, In Nacht und Eis. 1897. II. S. 74.

den haben, da Rangifer aus älteren Schichten fossil nicht nachgewiesen ist. Auf Franz Joseph-Land finden wir nur Raubtiere, deren Verbreitung keine paläogeographischen Schlüsse zulässt. Das Fehlen der Renntiere spricht dafür, dass die Inseln bereits vor dem Diluvium von Spitzbergen abgetrennt waren, denn wenn auch diese Inseln ungünstigere klimatische Bedingungen bieten als Spitzbergen, so doch nicht schlechtere als die Taimyrhalbinsel oder die Neusibirischen Inseln, so dass wir das Fehlen der Renntiere nicht wohl einer klimatischen Ursache zuschreiben können.

Island ist sicher schon lange isoliert. Wir finden daher auf ihm von Säugetieren ausser den Vespertilioniden nur die Caniden und Ursiden durch ihre arktischen Repräsentanten vertreten, die transmarin, vielleicht vermittelst des Treibeises hierher gelangt sein dürften, sowie eine Muridenart, die allein auch nicht für Landverbindung sprechen kann, da die Muriden besonders leicht durch Triften verbreitet werden. Dies Fehlen von anderen Säugetieren ist umsomerkwürdiger, als wir in Island ein Bruchstück der letzten transatlantischen Brücke zwischen Europa und Nordamerika sehen müssen. Nach dem, was wir bei der allgemeinen Betrachtung der holarktischen Region gefunden haben, muss also Island bis zum Oligozän kontinental gewesen sein und also auch Teil an der holarktischen Fauna genommen haben, wie es zweifellos an seiner Flora teilgenommen hat, die durch fossile Funde nachgewiesen wurde. Diese alte Fauna muss wieder vernichtet worden sein, zunächst durch die massenhaften vulkanischen Ergüsse, die seit der Pliozänzeit[1]) die ganze Kontinentalscholle verhüllen. Diese Eruptionen mussten direkt zerstörend besonders auf die Flora wirken, weite Strecken wurden mit sterilem Felsen überzogen und dadurch auch das Wohngebiet der Tiere eingeengt. Vollendet worden mag der Untergang der tertiären Tierwelt durch die Eiszeit sein, der die Fauna erlag, da sie sich nicht südwärts zurückziehen konnte, und das Eis zu rasch sich ausbreitete, um eine Anpassung zu gestatten. Die Tiere aber, die auf dem Festlande am Rande der Inlandeismassen nach und nach an ein kaltes Klima sich gewöhnen konnten, fanden keinen Zugang mehr zu der isolierten Insel. Es fragt sich nun, in welcher Weise diese nacholigozäne Abtrennung Islands erfolgte. Darüber können uns nur die Mollusken sicheren Aufschluss geben. Diese sind nach Kobelt[2]) paläarktisch, ebenso übrigens auch die Vögel. Vergleichen wir im einzelnen die isländischen Arten mit benachbarten Gebieten, so sind von den bis jetzt bekannten 22 Arten 9 % auch auf Grönland, 55 % und selbst unter Ausschluss der zirkumpolaren Formen 45 % im arktischen Norwegen zu finden. Dies beweist, dass Island früher von Grönland als von Europa abgetrennt worden

---

[1]) Thoroddsen, Die Bruchlinien Islands und ihre Beziehungen zu den Vulkanen. Petermanns Mitteilungen 1905, S. 49.

[2]) Kobelt, Zoogeographie. I. S. 182. 193—194.

sein muss. Selbst mit weit entfernten, paläarktischen Gebieten zeigt Island grössere Übereinstimmung als mit Grönland, so finden sich von den isländischen Arten 41 %, ohne die zirkumpolaren Formen 32 % in Sibirien, 23 % bez. 18 % in Transbaikalien, 14 % im Altaigebiet. Diese weitgehende Übereinstimmung erweckt die Vermutung, dass Island noch in sehr später Zeit mit der paläarktischen Region in Beziehung gestanden haben müsse. Den Zahlenwerten nach müsste die Trennung erst im Diluvium erfolgt sein. Wir können uns hiernach den Vorgang vielleicht folgendermassen denken. Bis zum Diluvium hat Island mit Europa wahrscheinlich über die Fär-Öer und Shetland-Inseln in Verbindung gestanden. Das ganze Gebiet wurde während der Eiszeit vollständig von Inlandeis bedeckt, und damit alles Leben verdrängt oder vernichtet. Als das Eis sich zurückzog, folgten ihm die Mollusken, die den niedrigen Temperaturen angepasst waren, doch mussten sie jedenfalls schon transmarin sich ausbreiten, durch Eisberge und Treibeis dabei unterstützt, da Landtiere Island nicht erreicht haben. Bei einer derartigen grösseren Ausdehung Islands nach der europäischen Seite hin erklärt es sich auch, dass, trotzdem Grönland Island viel näher liegt als Europa, doch von den isländischen Vögeln, die ständige Bewohner sind, 88 % europäisch, 12 % amerikanisch sind[1]).

Auch mit Grönland scheint Island bis in die Diluvialzeit in Berührung gewesen zu sein, da die paläarktischen Mollusken auch diese Insel erreichten, die Kobelt direkt dem paläarktischen Gebiete zurechnet[2]). Von den 9 grönländischen Arten leben 22 % auf Island, die andern sind endemisch, stehen aber paläarktischen Arten nahe, keine einzige findet sich an der Hudsonbai. Die oligozäne Trennung muss also westlich von Grönland erfolgt sein, wo die Davisstrasse und Baffinbai ein Einbruchsgebiet darstellen. Seinen Säugetieren nach schliesst sich allerdings Grönland an das nearktische Gebiet an, doch ist dies ganz erklärlich. Denn wie Island war jedenfalls auch Grönland während der Eiszeit von allem Tierleben entblösst. Mollusken konnten von Osten her über die grossen Restinseln der nordatlantischen Brücke einwandern, Säugetiere dagegen konnten aus Nordamerika kommen und zwar sind sie jedenfalls über Ellesmereland gekommen und zwar über die schmalen Meeresstrassen, da es sich ja nur um polare Tiere handelt, um Thalassarctos, Lagopus, Myodes, Lepus, Ovibos und Rangifer. Es kann also sehr wohl Grönland seit dem Oligozän vollständig und dauernd von Nordamerika getrennt gewesen sein. Dagegen mag der auf der andern Seite der Baffinbai gelegene nordamerikanische Archipel erst diluvialen Datums sein, da er vielleicht mit Ausnahme von Ellesmereland die nordamerikanische Landschaft fortsetzt. Die Tiergeographie kann bei der spärlichen Fauna hierüber keine Aufschlüsse geben.

---

1) Nach Wallace, G. D. A. D. A. I. S. 237.

2) Kobelt, Zoogeographie. I. S. 182.

Wir betreten nun das nearktische Gebiet, deren erste Unterregion, die siebente der holarktischen Region, Kanada bildet mit den südlichen Grenzen, die Wallace seiner kanadischen Subregion gibt. Relativ endemisch sind in ihr die Lagomyiden, fast absolut endemisch die Percopsiden. Im ganzen ist die Fauna ziemlich spärlich und wenig eigentümlich, da fast das ganze Gebiet während der Eiszeit unbewohnbar war und erst nach dieser von Nordasien und von Süden her wieder bevölkert wurde.

Der Insel Neufundland fehlen von den Familien, die auf dem benachbarten Festlande besonders auch auf Labrador sich finden, die Cypriniden und Esociden. Dies ist um so merkwürdiger, als beide Familien schon seit dem Alttertiär in Nordamerika zu finden sind. Dagegen leben auf Neufundland die der Megalonyxschicht zugehörenden Cercolabiden. Auch hier kann nur die Eiszeit Schuld an dieser eigentümlichen Verteilung tragen. Nicht alle Tiere, die früher Neufundland bewohnt hatten, konnten die Insel wieder erreichen. Da sie vollständig von Eis bedeckt war, aber trotzdem eine ganze Reihe von Landtieren auf ihr leben, die Feliden, Musteliden, Ursiden, Caniden, Vespertilioniden, Soriciden, Leporiden, Cercolabiden, Muriden, Arvicoliden, Castoriden, Sciuriden, Dipodiden, Cerviden; die Colubriden; die Bufoniden, Hyliden, Raniden, Salamandriden, Plethodontiden, Amblystomiden; die Perciden, Gasterosteiden, Cottiden, Siluriden, Salmoniden, Muräniden, Accipenseriden, so müssen wir annehmen, dass diese während des Diluviums noch bequem die Insel erreichen konnten, dass diese also bis zum Diluvium landfest war. Jedenfalls hing sie mit Labrador zusammen, und die ganze Neufundlandbank schloss sich an sie an, von Neuschottland aber war die Insel jedenfalls damals schon getrennt. Es fehlen darum Neufundland die dort vorkommenden Familien der Procyoniden, Talpiden, Geomyiden; Crotaliden, Chersiden, Emydiden; Pelobatiden (nur Neubraunschweig). Übrigens fehlen die Tiergruppen alle auch auf Anticosti, die Pelobatiden sowie die Cypriniden und Esociden auch auf Neuschottland, das wie Neufundland im Diluvium von einer Eisdecke verhüllt wurde und erst nach deren Abschmelzen seine jetzige Fauna erhielt.

Wir kommen nun zur letzten Unterregion, die wir als sonorische bezeichnen wollen, und die die drei südlichen nearktischen Subregionen von Wallace umfasst, denen wir nur den Rang von Provinzen zuerkennen können. Ähnlich wie in der australischen Unterregion haben wir aber hier zwei verschiedene Entwicklungszentren, die in der Tertiärzeit durch einen im Mississippibecken tief ins Land eingreifenden Meeresbusen geschieden wurden. Sehr ausgeprägt sind diese in der Molluskenfauna, die besonders im Osten selbständig sich entfaltet hat [1]. Das

---

1) Kobelt, Zoogeographie. I. S. 48.

östliche Gebiet deckt sich mit Wallace's Alleghany-Subregion, das westliche mit der des Felsengebirges und Kaliforniens. Relativ bez. absolut (*) endemische Familien des atlantischen Abschnittes sind die Didelphyiden; die Caerebiden, Conuriden, Ciconiiden; die Chirotiden, Trionychiden, die Amphiumiden, die Spatulariiden; die Heliconiden, Libytheiden, Uraniiden, Hybosoriden. Im pazifischen Gebiet finden wir die Noctilioniden, Phyllostomiden, *Haplodontiden, Oviden, *Antilocapriden, Suiden, Dasypodiden; die *Chamäiden, Craciden; die Tortriciden, Homalopsiden, Dipsadiden, Pythoniden, Helodermiden; die Engystomiden, Cäciliiden; die Cerithiiden. In beiden Gebieten leben die Talpiden; die Tanagriden, Cuculiden, Phasianiden, Gruiden, Sarcorhamphiden, Polyboriden; die Alligatoriden, Calamariiden, Elapiden, Tejiden, Ophisauriden, Chalciden, Scinciden, Geckotiden, Iguaniden; die Cystignathiden; dieChromiden,Cyprinodontiden,Umbriden, Clupeiden, Amiaden, Lepidosteiden; die Danaiden, Papilioniden, Castniiden, Dynastiden, Geotrupiden, Orphniden, Ruteliden, Melolonthiden, Glaphyriden, Lucaniden, Passaliden; die Auriculiden, Cyclostomiden, Heliciniden, Aciculiden, Melaniaden. Die Mehrzahl dieser Familien sind neotropischen Ursprungs; wie wir früher gesehen haben, und gerade durch sie wird der Unterregion der charakteristische Stempel aufgedrückt. Eine solche Mischfauna kann aber nicht die Aufstellung einer selbständigen Region rechtfertigen. Wir können auch nicht annehmen, dass die sonorische Unterregion jemals während der Tertiärzeit isoliert gewesen wäre, da wir dann die fortwährende Wechselwirkung derselben mit dem paläarktischen Gebiete nicht erklären könnten. Nur während der Eiszeit hat das sonorische Gebiet eine wesentliche Isolation erlitten. Durch die Eismassen war es vollkommen von der übrigen holarktischen Region getrennt und konnte daher an deren Entwicklung nicht teilnehmen. Das Eis muss dann von Westen her anfangend zurückgegangen sein, so dass die paläarktischen Formen Kanada eroberten und diesem deshalb ein von den Vereinigten Staaten ziemlich abweichendes Gepräge erteilten. Es reicht also diese junge Trennung vollkommen hin, um die Eigenart der sonorischen Unterregion zu verstehen.

Die Bermuda-Inseln besitzen von eigentlichen Landtieren nur Mollusken, die sich an amerikanische Formen anschliessen. Sie müssen wir als ozeanische Inseln auffassen, die vermittelst des Golfstromes ihre Fauna erhalten haben.

d) Überblick über die känozoische Erde.

§ **106. Kontinentalverbindungen.** Die Geschichte der einzelnen Regionen haben wir bei deren Besprechung bereits kurz zu skizzieren gesucht. Es soll nun der Zusammenhang, der in den einzelnen Formationen zwischen den Regionen bestanden hat, schematisch angegeben werden. Es bedeutet in Fig. 2

Au: Australische Region.	O: Orientalische Region.
Sa: Neotropische Region.	E: Paläarktisches Gebiet, Unterregion 3—4.
M: Madagassische Region.	As: Paläarktisches Gebiet. Unterregion 1—2, 5.
Ae: Äthiopische Region.	Na: Nearktisches Gebiet.

Ferner bezeichnet = eine länger dauernde Landverbindung, die bequemen Faunenaustausch gestattete, — eine Landverbindung, die nur geringen Verkehr gestattete, — — eine insulare Verbindung. Selbstverständlich können wir nicht behaupten, dass alle für eine Formation angegebenen Verbindungen wirklich absolut gleichzeitig bestanden hätten. Es sind nur die Kontinentalverbindungen im allgemeinen festgestellt.

§ **107. Ozeanische und kontinentale Inseln.** Werfen wir noch einen Blick auf Teile der Regionen, so sind besonders interessant die Inseln. Wir haben eine ganze Reihe von gewöhnlich für ozeanisch gehaltenen Inseln wie die makaronesischen, Tristan d'Acunha, St. Helena, Island, Hawaii als Kontinentalreste aufgefasst. Zweifellos ozeanisch sind dagegen die Inseln der polynesischen Unterregion, sowie die Bermudas. Wir stellen nun noch einmal die kontinentalen Inseln nach der mutmasslichen Zeit ihrer Isolierung zusammen, soweit wir dieselbe haben feststellen können.

Bereits seit der Kreidezeit sind isoliert:

Neuseeland.	Tristan d'Acunha.
Hawaii.	?Kerguelenland.
Falkland-Inseln.	Tschagos-Inseln.
Juan Fernandez.	St. Helena.

Seit dem Eozän sind Inseln:

Kermadek-Inseln.	Galapagos-Inseln.
Neukaledonien.	Fernando Noronha.
Neue Hebriden.	Seychellen.
Fidschi-Inseln.	Amiranten.
Marquesas-Inseln.	Maskarenen.

Von jedenfalls oligozänem Alter sind:

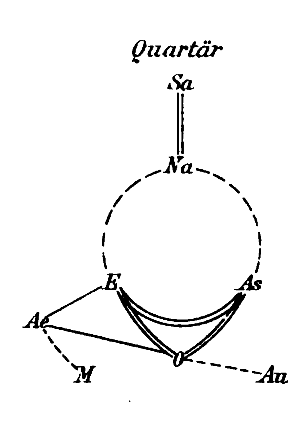
Macquarie-Inseln.	Samoa-Inseln (vulk.).
Auckland-Inseln.	Tonga-Inseln (vulk.).

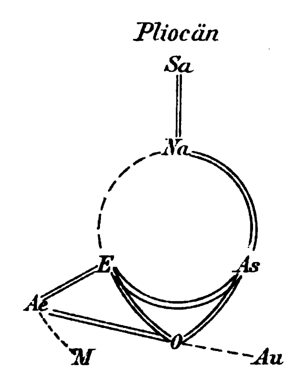
Als miozän sahen wir an:

Norfolk-Insel.	Komoren.
Lord Howe-Insel.	Madagaskar.
Sta. Cruz-Inseln.	Andamanen.
Salomo-Inseln.	Nikobaren.
Antillen.	Madeiragruppe.

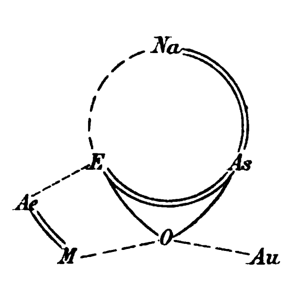
Erst im Pliozän wurden abgetrennt:

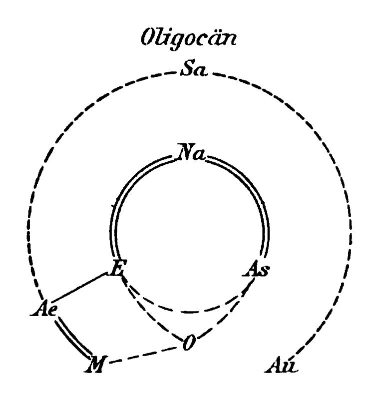
Chatham-Inseln.	Sokotra.
Neuguinea.	Timor.
?Tres Marias.	Kleine Sundainseln.
Fernando Po.	Philippinen.

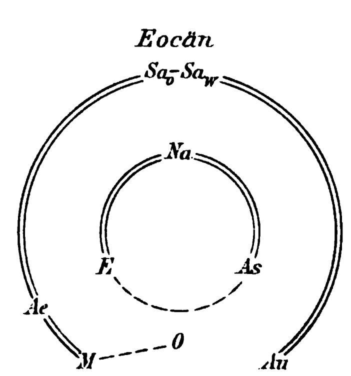

Quartär
Sa
Na
E
As
Ae
M
O
Au

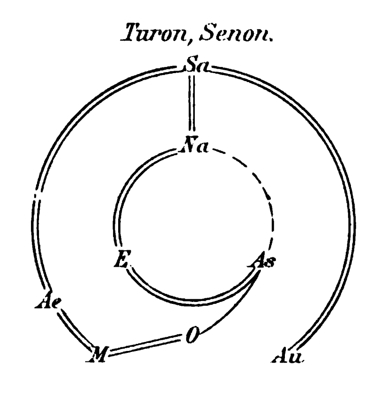

Pliocän
Sa
Na
E
As
Ae
M
O
Au

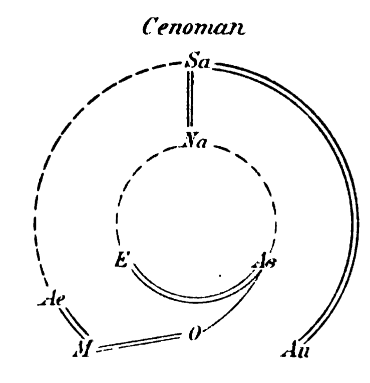

Miocän
Sa

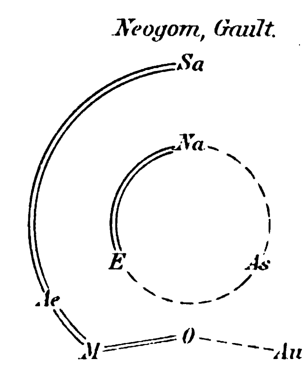

Na
E
As
Ae
M
O
Au


Oligocän
Sa
Na
E
As
Ae
M
O
Au


Eocän
Sa_o-Sa_w
Na
E
As
Ae
M
O
Au


Turon, Senon.
Sa
Na
E
As
Ae
M
O
Au


Cenoman
Sa
Na
E
As
Ae
M
O
Au


Neogom, Gault.
Sa
Na
E
As
Ae
M
O
Au

Celebes.	Cerigotto.
Sachalin.	Sardinien mit Korsika = Tyrrhenis.
Jeso.	Kanarische Inseln.
Riukiu-Inseln.	Kap Verdische Inseln.
Kypern.	Franz Joseph-Land.
Kreta.	

Bis zum Diluvium standen mit dem Kontinent in enger Verbindung:

Ceylon.	Korfu.
Hainan.	Sizilien.
Formosa.	Malta.
Mentawei-Inseln.	Sardinien.
Java.	Korsika.
Borneo.	Elba.
Palawan.	Balearen.
Sumatra.	Azoren.
Billiton.	Grossbritannien.
Banka.	Irland.
Hondo.	Neusibirische Inseln.
Kiuschiu.	?Nowaja Semlja.
Schikoku.	Spitzbergen.
Rhodus.	Bäreninsel.
Kykladen.	Färöer, Island, Grönland } vielleicht schon pliozän.
Karpathos.	
Kasos.	
Cerigo.	Arktischer Archipel.
Zante.	Neufundland.
Kephalonia.	

§ 108. **Antarktisches Gebiet.** Zum Schlusse müssen wir noch einen Blick auf ein bisher vernachlässigtes Gebiet werfen, auf das antarktische, in dem wir vielleicht eine besondere Region sehen können. Wir haben bereits bei Australien erwähnt, dass einige Meersäugetiere wahrscheinlich entlang den Küsten des Südpolargebietes sich ausgebreitet haben, ebenso haben jedenfalls manche Wasservögel diesen Weg benützt. Einen Beweis dafür, dass das Südpolargebiet in der Tertiärzeit mit einem der Südkontinente in landfester Verbindung gestanden hätte, besitzen wir vorläufig noch nicht. Die von Lydekker erwähnte Beobachtung, dass erlegte Seehunde Schrammen in der Haut gezeigt hätten, die als Klauen-eindrücke von Landsäugetieren erschienen, ist doch zu unbestimmt[1]), um aus ihr weitgehende Schlüsse ziehen zu können. In Betracht käme in erster Linie eine Verbindung mit Südamerika. Sollten sich wirklich plazentale Raubtiere im antarktischen Gebiete finden, so spräche dies für eine diluviale Verbindung desselben mit der neotropischen Region. Fände man dagegen Aplazentalier, so müsste die Verbindung etwa in das Eozän versetzt werden, in die Zeit, als Patagonien von Brasilien

[1]) Lydekker, G. H. M. D. A. S. 77.

bekannt ist, ebenso wie Bufo. Bei den Oncidiiden spricht aber das zerstreute Verbreitungsareal für ein hohes Alter. Vielleicht genügt aber auch eine kretazeische Verbindung beider Länder, wie Koken sie annimmt.

Noch früher als Irland müssen die Shetland-Inseln selbständig geworden sein, deren Fauna noch ärmlicher ist, indem ihnen fast alle Landtiere fehlen.

Alle übrigen Inseln der europäischen Unterregion, so besonders die dänischen sind wie Grossbritannien zweifellos erst von diluvialem Alter, da sie in ihrer Fauna ganz mit dem Festlande übereinstimmen.

Die fünfte Unterregion bilden Sibirien ausschliesslich des baumlosen Gebietes im Norden, sowie die Tiefebene von Turkestan. Charakteristische Familien lassen sich für sie kaum angeben mit Ausnahme der Comephoriden aus dem Baikalsee, dagegen hat sie eine Reihe von solchen mit der europäischen Unterregion gemein, die sonst im paläarktischen Gebiete nur wenig die Grenzen beider Unterregionen überschreiten, wie die Castoriden, die Cottiden, Gasterosteiden, Esociden, Accipenseriden. Auf die grosse Bedeutung, die die Unterregion in der Diluvialzeit gehabt hat, indem wir in ihr das damalige Verbreitungszentrum der holarktischen Tierwelt sehen müssen, ist schon oben hingewiesen worden. Vorher war sie während der Miozän- und Pliozänzeit als Durchgangsland zwischen Europa und Nordamerika wichtig, zwischen denen ihre Fauna damals vermittelte. Aus diesem Grunde sehen wir sie auch als besondere Unterregion an, zumal sie bis zum Oligozän der Kern eines selbständigen Kontinentes gewesen ist. Sie weist übrigens auch im Diluvium eine Reihe besonderer Säugetierformen auf, spezifisch asiatische wie Siphneus, Spalax, Moschus, sowie Felis tigris, der von hier erst nach der orientalischen Region gelangt sein dürfte.

Wir haben bei dieser Unterregion einige grosse Wasserbecken einer besonderen Betrachtung zu unterziehen. An erster Stelle steht das Kaspische Meer, das an der Grenze der Unterregion gegen Europa gelegen ist. Wir haben es in ihm mit einem Reliktensee zu tun, der bis in die jüngere Tertiärzeit mit dem nördlichen Schwarzen Meere ein einheitliches grosses Meeresbecken bildete. Dies beweisen unter anderen die beiden Lamellibranchiatengattungen Adacna und Monodacna, die charakteristisch für das Kaspische Meer sind und sich sonst jetzt nur in den Limanen der südrussischen Ströme finden, während sie fossil auch in den Schichten der pontischen Stufe im sarmatischen Becken sich finden, das damals mit dem Kaspischen Meere in Verbindung stand. Mit dem Mittelmeer hat dagegen der Binnensee nur einen weit verbreiteten Zweischaler, Cardium edule gemeinsam, das sind nur 2% seiner Molluskenarten, soweit sie bis jetzt bekannt geworden sind [1]. Was die höhere Tierwelt anlangt, so ist der merkwürdigste Bewohner des

---

1) Nach Kobelt, Zoogeographie. I. S. 224—225.

Kaspischen Meeres der Seehund, dessen nächste Verwandte in der Ostsee leben. Keinesfalls kann er vom Mittelmeer, kaum von dem Eismeer her in das kaspische Gebiet gelangt sein, da hier keine verwandten Formen sich finden. Immerhin ist diese Frage noch nicht entschieden. Eine direkte marine Verbindung zwischen Ostsee und Kaspisee scheint nicht existiert zu haben, dies zeigt besonders das Verhalten der Süsswasserfische. Nach Zogras[1]) Untersuchungen haben wir im Ladoga- und im Onegasee eine Reliktenfauna, im Gebiete südlich derselben fehlen alle marinen Formen, dagegen spielen hier die Salmoniden eine grosse Rolle. Im Wolgagebiete endlich fehlen diese und Cypriniden herrschen vor. Auch die Muräniden fehlen in den Strömen, die dem Kaspischen Meere zuströmen, sowie in den südrussischen Strömen und der Donau. Dagegen sind diese Physostomen in dem ganzen Ostseegebiete verbreitet, ebenso wie in der Umgebung des Mittelmeeres und in den sibirischen Strömen. Die Muräniden repräsentieren also ebenso negativ wie die Adacniden positiv die Ausdehnung des alten sarmatischen Meeresbeckens. Kobelt vermutet deshalb, dass der Seehund mit Benützung von Flüssen von der früher weiter ausgedehnten Ostsee nach dem ebenfalls ausgedehnteren Kaspisee gelangt sei.

Der Aralsee kennzeichnet sich als ein früheres Stück des sarmatischen Meeres durch eine Adacna, die auch im Kaspischen Meere vorkommt, mit dem er überhaupt 67% seiner allerdings nur sehr spärlich bekannten Molluskenfauna gemein hat. Ausserdem findet sich auch in ihm der kaspische Seehund.

Noch merkwürdiger als die Fauna des Kaspischen Meeres ist die des Baikalsees, die sich besonders durch ihren hohen Endemismus auszeichnet. Von den Molluskenarten sind 97% endemisch und zwar gehören 72% zu endemischen Gattungen, die selbst 70% aller vorkommenden Gattungen ausmachen. Von der übrigen Fauna ist am merkwürdigsten der Seehund des Sees, dessen Herkunft noch ein vollkommenes Rätsel ist. Dann sind noch zu erwähnen die Comephoriden, deren einzige monotype Gattung im Baikalsee lebt, sowie weitere eigentümliche Fische (35% endemisch), unter denen die Gobiiden wiederum auf den See beschränkt sind, ferner Krebse aus der Familie der Gammariden und eine Spongia. Die Beziehungen dieser Formen sind äusserst merkwürdig. Der Schwamm kommt vollkommen ununterscheidbar auch im Beringmeer vor, die Krebse weisen auf das nördliche Eismeer, von den Mollusken sind Ancylus und Valvata in Sibirien verbreitet, Hydrobia zeigt Verwandtschaft zu kalifornischen Formen, Choanomphalus und Baicalia lassen sich mit sarmatischen Formen in Beziehungen bringen. Dagegen fehlen viele in Sibirien weitverbreitete Gattungen wie Physa, Limnaea, Planorbis, Paludina, Bithynia. Der Seehund endlich könnte wieder wie beim Kaspischen Meere nach der Ostsee weisen[2]). Hiernach

[1]) Zitiert nach Kobelt, Zoogeographie. I. S. 215.
[2]) Kobelt, Zoogeographie. I. S. 208—210, 224.

bekannt ist, ebenso wie Bufo. Bei den Oncidiiden spricht aber das zerstreute Verbreitungsareal für ein hohes Alter. Vielleicht genügt aber auch eine kretazeische Verbindung beider Länder, wie Koken sie annimmt.

Noch früher als Irland müssen die Shetland-Inseln selbständig geworden sein, deren Fauna noch ärmlicher ist, indem ihnen fast alle Landtiere fehlen.

Alle übrigen Inseln der europäischen Unterregion, so besonders die dänischen sind wie Grossbritannien zweifellos erst von diluvialem Alter, da sie in ihrer Fauna ganz mit dem Festlande übereinstimmen.

Die fünfte Unterregion bilden Sibirien ausschliesslich des baumlosen Gebietes im Norden, sowie die Tiefebene von Turkestan. Charakteristische Familien lassen sich für sie kaum angeben mit Ausnahme der Comephoriden aus dem Baikalsee, dagegen hat sie eine Reihe von solchen mit der europäischen Unterregion gemein, die sonst im paläarktischen Gebiete nur wenig die Grenzen beider Unterregionen überschreiten, wie die Castoriden, die Cottiden, Gasterosteiden, Esociden, Accipenseriden. Auf die grosse Bedeutung, die die Unterregion in der Diluvialzeit gehabt hat, indem wir in ihr das damalige Verbreitungszentrum der holarktischen Tierwelt sehen müssen, ist schon oben hingewiesen worden. Vorher war sie während der Miozän- und Pliozänzeit als Durchgangsland zwischen Europa und Nordamerika wichtig, zwischen denen ihre Fauna damals vermittelte. Aus diesem Grunde sehen wir sie auch als besondere Unterregion an, zumal sie bis zum Oligozän der Kern eines selbständigen Kontinentes gewesen ist. Sie weist übrigens auch im Diluvium eine Reihe besonderer Säugetierformen auf, spezifisch asiatische wie Siphneus, Spalax, Moschus, sowie Felis tigris, der von hier erst nach der orientalischen Region gelangt sein dürfte.

Wir haben bei dieser Unterregion einige grosse Wasserbecken einer besonderen Betrachtung zu unterziehen. An erster Stelle steht das Kaspische Meer, das an der Grenze der Unterregion gegen Europa gelegen ist. Wir haben es in ihm mit einem Reliktensee zu tun, der bis in die jüngere Tertiärzeit mit dem nördlichen Schwarzen Meere ein einheitliches grosses Meeresbecken bildete. Dies beweisen unter anderen die beiden Lamellibranchiatengattungen Adacna und Monodacna, die charakteristisch für das Kaspische Meer sind und sich sonst jetzt nur in den Limanen der südrussischen Ströme finden, während sie fossil auch in den Schichten der pontischen Stufe im sarmatischen Becken sich finden, das damals mit dem Kaspischen Meere in Verbindung stand. Mit dem Mittelmeer hat dagegen der Binnensee nur einen weit verbreiteten Zweischaler, Cardium edule gemeinsam, das sind nur 2% seiner Molluskenarten, soweit sie bis jetzt bekannt geworden sind[1]. Was die höhere Tierwelt anlangt, so ist der merkwürdigste Bewohner des

[1] Nach Kobelt, Zoogeographie. I. S. 224—225.

Kaspischen Meeres der Seehund, dessen nächste Verwandte in der Ostsee leben. Keinesfalls kann er vom Mittelmeer, kaum von dem Eismeer her in das kaspische Gebiet gelangt sein, da hier keine verwandten Formen sich finden. Immerhin ist diese Frage noch nicht entschieden. Eine direkte marine Verbindung zwischen Ostsee und Kaspisee scheint nicht existiert zu haben, dies zeigt besonders das Verhalten der Süsswasserfische. Nach Zogras[1]) Untersuchungen haben wir im Ladoga- und im Onegasee eine Reliktenfauna, im Gebiete südlich derselben fehlen alle marinen Formen, dagegen spielen hier die Salmoniden eine grosse Rolle. Im Wolgagebiete endlich fehlen diese und Cypriniden herrschen vor. Auch die Muräniden fehlen in den Strömen, die dem Kaspischen Meere zuströmen, sowie in den südrussischen Strömen und der Donau. Dagegen sind diese Physostomen in dem ganzen Ostseegebiete verbreitet, ebenso wie in der Umgebung des Mittelmeeres und in den sibirischen Strömen. Die Muräniden repräsentieren also ebenso negativ wie die Adacniden positiv die Ausdehnung des alten sarmatischen Meeresbeckens. Kobelt vermutet deshalb, dass der Seehund mit Benützung von Flüssen von der früher weiter ausgedehnten Ostsee nach dem ebenfalls ausgedehnteren Kaspisee gelangt sei.

Der Aralsee kennzeichnet sich als ein früheres Stück des sarmatischen Meeres durch eine Adacna, die auch im Kaspischen Meere vorkommt, mit dem er überhaupt 67% seiner allerdings nur sehr spärlich bekannten Molluskenfauna gemein hat. Ausserdem findet sich auch in ihm der kaspische Seehund.

Noch merkwürdiger als die Fauna des Kaspischen Meeres ist die des Baikalsees, die sich besonders durch ihren hohen Endemismus auszeichnet. Von den Molluskenarten sind 97% endemisch und zwar gehören 72% zu endemischen Gattungen, die selbst 70% aller vorkommenden Gattungen ausmachen. Von der übrigen Fauna ist am merkwürdigsten der Seehund des Sees, dessen Herkunft noch ein vollkommenes Rätsel ist. Dann sind noch zu erwähnen die Comephoriden, deren einzige monotype Gattung im Baikalsee lebt, sowie weitere eigentümliche Fische (35% endemisch), unter denen die Gobiiden wiederum auf den See beschränkt sind, ferner Krebse aus der Familie der Gammariden und eine Spongia. Die Beziehungen dieser Formen sind äusserst merkwürdig. Der Schwamm kommt vollkommen ununterscheidbar auch im Beringmeer vor, die Krebse weisen auf das nördliche Eismeer, von den Mollusken sind Ancylus und Valvata in Sibirien verbreitet, Hydrobia zeigt Verwandtschaft zu kalifornischen Formen, Choanomphalus und Baicalia lassen sich mit sarmatischen Formen in Beziehungen bringen. Dagegen fehlen viele in Sibirien weitverbreitete Gattungen wie Physa, Limnaea, Planorbis, Paludina, Bithynia. Der Seehund endlich könnte wieder wie beim Kaspischen Meere nach der Ostsee weisen[2]). Hiernach

[1]) Zitiert nach Kobelt, Zoogeographie. I. S. 215.

[2]) Kobelt, Zoogeographie. I. S. 208—210, 224.

bekannt ist, ebenso wie Bufo. Bei den Oncidiiden spricht aber das zerstreute Verbreitungsareal für ein hohes Alter. Vielleicht genügt aber auch eine kretazeische Verbindung beider Länder, wie Koken sie annimmt.

Noch früher als Irland müssen die Shetland-Inseln selbständig geworden sein, deren Fauna noch ärmlicher ist, indem ihnen fast alle Landtiere fehlen.

Alle übrigen Inseln der europäischen Unterregion, so besonders die dänischen sind wie Grossbritannien zweifellos erst von diluvialem Alter, da sie in ihrer Fauna ganz mit dem Festlande übereinstimmen.

Die fünfte Unterregion bilden Sibirien ausschliesslich des baumlosen Gebietes im Norden, sowie die Tiefebene von Turkestan. Charakteristische Familien lassen sich für sie kaum angeben mit Ausnahme der Comephoriden aus dem Baikalsee, dagegen hat sie eine Reihe von solchen mit der europäischen Unterregion gemein, die sonst im paläarktischen Gebiete nur wenig die Grenzen beider Unterregionen überschreiten, wie die Castoriden, die Cottiden, Gasterosteiden, Esociden, Accipenseriden. Auf die grosse Bedeutung, die die Unterregion in der Diluvialzeit gehabt hat, indem wir in ihr das damalige Verbreitungszentrum der holarktischen Tierwelt sehen müssen, ist schon oben hingewiesen worden. Vorher war sie während der Miozän- und Pliozänzeit als Durchgangsland zwischen Europa und Nordamerika wichtig, zwischen denen ihre Fauna damals vermittelte. Aus diesem Grunde sehen wir sie auch als besondere Unterregion an, zumal sie bis zum Oligozän der Kern eines selbständigen Kontinentes gewesen ist. Sie weist übrigens auch im Diluvium eine Reihe besonderer Säugetierformen auf, spezifisch asiatische wie Siphneus, Spalax, Moschus, sowie Felis tigris, der von hier erst nach der orientalischen Region gelangt sein dürfte.

Wir haben bei dieser Unterregion einige grosse Wasserbecken einer besonderen Betrachtung zu unterziehen. An erster Stelle steht das Kaspische Meer, das an der Grenze der Unterregion gegen Europa gelegen ist. Wir haben es in ihm mit einem Reliktensee zu tun, der bis in die jüngere Tertiärzeit mit dem nördlichen Schwarzen Meere ein einheitliches grosses Meeresbecken bildete. Dies beweisen unter anderen die beiden Lamellibranchiatengattungen Adacna und Monodacna, die charakteristisch für das Kaspische Meer sind und sich sonst jetzt nur in den Limanen der südrussischen Ströme finden, während sie fossil auch in den Schichten der pontischen Stufe im sarmatischen Becken sich finden, das damals mit dem Kaspischen Meere in Verbindung stand. Mit dem Mittelmeer hat dagegen der Binnensee nur einen weit verbreiteten Zweischaler, Cardium edule gemeinsam, das sind nur 2% seiner Molluskenarten, soweit sie bis jetzt bekannt geworden sind[1]. Was die höhere Tierwelt anlangt, so ist der merkwürdigste Bewohner des

[1] Nach Kobelt, Zoogeographie. I. S. 224—225.

Kaspischen Meeres der Seehund, dessen nächste Verwandte in der Ostsee leben. Keinesfalls kann er vom Mittelmeer, kaum von dem Eismeer her in das kaspische Gebiet gelangt sein, da hier keine verwandten Formen sich finden. Immerhin ist diese Frage noch nicht entschieden. Eine direkte marine Verbindung zwischen Ostsee und Kaspisee scheint nicht existiert zu haben, dies zeigt besonders das Verhalten der Süsswasserfische. Nach Zogras[1]) Untersuchungen haben wir im Ladoga- und im Onegasee eine Reliktenfauna, im Gebiete südlich derselben fehlen alle marinen Formen, dagegen spielen hier die Salmoniden eine grosse Rolle. Im Wolgagebiete endlich fehlen diese und Cypriniden herrschen vor. Auch die Muräniden fehlen in den Strömen, die dem Kaspischen Meere zuströmen, sowie in den südrussischen Strömen und der Donau. Dagegen sind diese Physostomen in dem ganzen Ostseegebiete verbreitet, ebenso wie in der Umgebung des Mittelmeeres und in den sibirischen Strömen. Die Muräniden repräsentieren also ebenso negativ wie die Adacniden positiv die Ausdehnung des alten sarmatischen Meeresbeckens. Kobelt vermutet deshalb, dass der Seehund mit Benützung von Flüssen von der früher weiter ausgedehnten Ostsee nach dem ebenfalls ausgedehnteren Kaspisee gelangt sei.

Der Aralsee kennzeichnet sich als ein früheres Stück des sarmatischen Meeres durch eine Adacna, die auch im Kaspischen Meere vorkommt, mit dem er überhaupt 67% seiner allerdings nur sehr spärlich bekannten Molluskenfauna gemein hat. Ausserdem findet sich auch in ihm der kaspische Seehund.

Noch merkwürdiger als die Fauna des Kaspischen Meeres ist die des Baikalsees, die sich besonders durch ihren hohen Endemismus auszeichnet. Von den Molluskenarten sind 97% endemisch und zwar gehören 72% zu endemischen Gattungen, die selbst 70% aller vorkommenden Gattungen ausmachen. Von der übrigen Fauna ist am merkwürdigsten der Seehund des Sees, dessen Herkunft noch ein vollkommenes Rätsel ist. Dann sind noch zu erwähnen die Comephoriden, deren einzige monotype Gattung im Baikalsee lebt, sowie weitere eigentümliche Fische (35% endemisch), unter denen die Gobiiden wiederum auf den See beschränkt sind, ferner Krebse aus der Familie der Gammariden und eine Spongia. Die Beziehungen dieser Formen sind äusserst merkwürdig. Der Schwamm kommt vollkommen ununterscheidbar auch im Beringmeer vor, die Krebse weisen auf das nördliche Eismeer, von den Mollusken sind Ancylus und Valvata in Sibirien verbreitet, Hydrobia zeigt Verwandtschaft zu kalifornischen Formen, Choanomphalus und Baicalia lassen sich mit sarmatischen Formen in Beziehungen bringen. Dagegen fehlen viele in Sibirien weitverbreitete Gattungen wie Physa, Limnaea, Planorbis, Paludina, Bithynia. Der Seehund endlich könnte wieder wie beim Kaspischen Meere nach der Ostsee weisen[2]). Hiernach

---

1) Zitiert nach Kobelt, Zoogeographie. I. S. 215.

2) Kobelt, Zoogeographie. I. S. 208—210, 224.

rostren Krokodile erscheinen zuerst in Europa und zwar im Malm. In derselben Formation hat bereits der eine Zweig in den Goniopholiden Nordamerika erreicht. Doch scheinen die Crocodiliden sich in Europa aus dieser Familie entwickelt zu haben, ebenso wie die Alligatoren aus den Bernissartiden, da die letzteren spezifisch europäisch sind; die älteste Alligatorgattung findet sich allerdings in der nordamerikanischen obersten Kreide.

Einen den Krokodilen ursprünglich vermutlich sehr nahe stehenden Reptilzweig repräsentieren die Dinosaurier, die ebenfalls aus den Mesosauriden sich im Süden entwickelten. Von hier gelangten sie bereits in das Trias nach den Nordkontinenten. Einen spezifisch nordischen Zweig scheinen die Sauropoden darzustellen. Sie erscheinen im Dogger Europas. Von hier breiten sie sich bis zum Malm nach Nordamerika aus, wo sie den höchsten Grad ihrer Entwicklung erreichen, sie gelangen aber auch nach dem Süden nach Madagaskar. Während der Kreidezeit verschiebt sich ihr Maximum wieder nach Europa, von wo aus Titanosaurus von Indien bis Brasilien sich ausbreiten kann. Die Stegosaurier haben sich bereits in Südafrika entwickelt, wo zwei Gattungen sich finden. An sie schliesst Dystrophaeus von Nordamerika sich an. Diese Gruppe repräsentiert also vielleicht einen ursprünglich nearktischen Zweig der Dinosaurier, wie die Sauropoden einen paläarktischen. Reste von Stegosauriden kennen wir allerdings aus dem Lias und Dogger nicht. Sie entwickelten sich jedenfalls aber auch weiterhin besonders in Nordamerika, von wo sie erst in Malm Europa in einer Gattung erreichten. Dagegen mögen die Scelidosauriden, die weniger spezialisiert sind als die Stegosauriden, einen selbständigen Zweig darstellen, der bereits in Südafrika sich abgetrennt hatte und bis zum Lias nach Europa gelangt war. Innerhalb des nordatlantischen Kontinentes zweigten sich von den Scelidosauriern die Ceratopsier und Ornithopoden ab, also jedenfalls auf der europäischen Seite, von wo sie in der Kreide bez. schon im Malm nach Nordamerika gelangten. Dass von den nordamerikanischen Ornithomimiden die Vögel sich abgezweigt haben sollten, erscheint mir aus geographischen Gründen unwahrscheinlich, sie schliessen sich besser an die Theropoden an und stehen vermutlich den Compsognathiden am nächsten. Die altertümlichsten Formen umfasst die Unterordnung der Theropoden, durch die Zanklodontiden in der Trias von Afrika, Indien und Europa vertreten. Sie haben also von Afrika nordwärts sich verbreitet. Auch in der amerikanischen Trias sind ausser den Tieren, die die Ornithichnitesspuren hinterliessen, zwei Theropodenfamilien vertreten, die Anchisauriden und die Coeluriden. Die ersten könnten direkt von Afrika nach Nordamerika gelangt sein, die letzteren aber sind durch die gleiche Gattung Tanystrophaeus in Nordamerika und Europa vertreten, so dass eine direkte Verbindung beider Kontinente vorausgesetzt werden muss. Das Hauptgebiet der Familie war bis zum Malm Nordamerika, wo auch die Ceratosaurier ausschliesslich lebten.

Dagegen scheinen die Megalosaurier europäischen Ursprungs zu sein, da sie seit dem Lias in Europa bekannt sind, erst im Dogger oder Malm fanden sie den Weg nach Nordamerika. Schon oben wurde erwähnt, dass die Vögel sich wahrscheinlich auch in Europa neben den Compsognathiden vom Theropodenstamme abgezweigt haben, vielleicht im Dogger, vielleicht auch noch früher. Schon im Malm hatten sie nach Nordamerika sich verbreitet, wo sie im Cenoman vielfach differenziert erscheinen. Ebenso müssen auch die Pterosaurier ihren Ursprung in Europa genommen haben. Sie scheinen den europäischen Cöluriden aus den Wealden parallel zu gehen, doch fällt ihre Entwicklung noch vor den Lias. Sie könnten sich also etwa an Tanystrophaeus anschliessen. Erst im Malm erreichen sie Nordamerika, um hier riesenhafte Dimensionen anzunehmen.

Endlich scheinen von den Mesosauriden noch die Theromorphen sich herzuleiten, von deren südafrikanisch-nordamerikanischen Beziehungen bereits früher die Rede gewesen ist. Als ihre Stammform sehen wir mit Häckel die Pariotychiden an, die südafrikanisch-nordamerikanisch sind. Von ihnen zweigten in Nordamerika die Diadectiden, in Afrika die Pareiosaurier, Endothiontiden und Anomodontier ab. Die letzteren breiteten sich im Perm nach Indien und Europa aus. An die Endothiontiden schliessen die europäischen triasischen Placodontier sich an und die Pareiosaurier entwickelten sich in den Cynodontiern weiter, deren mononarialer Zweig Europa, deren binarialer Amerika erreichte und zwar beide im Perm. Aus dem Anomodontierstamm entwickelten sich die Testudinaten, wahrscheinlich ebenfalls in Afrika. Von hier erreichten die Schildkröten zunächst Europa, wo die Dermochelydide Psephoderma im Keuper erscheint. Während der Jurazeit gelangte diese Familie jedenfalls nach Nordamerika, wo sie im Senon auftritt. Weit früher schon hatten von ihrem Stamme drei Gruppen sich abgezweigt, die Trionychier erscheinen zwar auch erst in der nordamerikanischen Kreide, doch stellen sie einen so altertümlichen Typus dar, dass sie schon früher selbständig geworden sein müssen. Die Cryptodiren treten zuerst im europäischen Malm auf, die Pleurodiren im europäischen Keuper. Alles spricht für einen europäischen Ursprung dieser Gruppen. Im Jura oder in der unteren Kreide sind jedenfalls auch diese nach Nordamerika gelangt, wo sie alle erst seit dem Senon bekannt sind. Dem Theriodontierstamme stehen endlich auch die Säugetiere nahe. Diese spalteten sich in zwei Zweige. Äthiopisch-europäisch waren die Allotherien, die erst seit dem Malm in Nordamerika sich finden, amerikanisch die Pantotherien, die bereits im Dogger Europa erreichen, allerdings erst in der dritten Stufe, dem Grossoolith. Diese Pantotherien haben hiernach jedenfalls auch in Südamerika gelebt. Hier mögen aus ihnen die Marsupialier sich entwickelt haben, zu denen jedenfalls auch die südamerikanischen sog. Plagiaulaciden zu rechnen sind. Im Norden gingen in Europa aus ihnen die Prodidelphyier hervor. Erst in Malm gelangten

sie nach Nordamerika zurück, wo aus ihnen die Plazentalier sich entwickelten. Die Allotherien aber haben als jüngeren Zweig nur die Monotremen entwickelt. Wir stellen nunmehr, wie im vorigen Teile, die Familien nach ihren mutmasslichen Wanderungen zusammen. Doch werden wir dabei immer zwei benachbarte in der Verbindung der Kontinente ähnliche Verhältnisse bietende Formationen zusammenfassen und nur, wo es nötig ist, durch unter die Pfeile gesetzte Zahlen (1 und 2) den Zeitpunkt der Wanderung schärfer präzisieren. Auch sollen die Glieder der Edentatenschicht und die voreozänen Wanderungen der nordischen Plazentalier nicht nochmals erwähnt werden. Im übrigen benützen wir dieselbe Bezeichnungsweise, wie sie auf S. 261 bezw. auf S. 322 erklärt worden ist. Die Entwicklung und Verbreitung der Amnioten vollzog sich also in der auf S. 333—335 angegebenen Weise.

Es lässt sich also die Verbreitung aller in der mesozoischen Periode lebenden Amniotenfamilien durch die oben angenommenen Verbindungen zwischen den Kontinenten erklären.

§ 111. **Amphibien.** Wir wenden uns nun zu den Amphibien, um zu sehen, wie deren Verbreitung zu den aufgestellten Hypothesen passt. In Betracht kommt nur die Ordnung der Stegocephalen, da nur dieser unfruchtbare Seitenzweig uns erhalten geblieben ist, während echte Amphibien erst seit dem Wealden bekannt sind, in dem die Amphiumiden zuerst in Europa auftreten, um in der Kreide nach Nordamerika sich zu verbreiten (vgl. Karte 10 und Fig. 3).

Betrachten wir die Verbreitung der Stegocephalen, so finden wir diese in den untertriasischen Schichten von Kapland, von Indien und Australien in verwandten Formen (Micropholis, Petrophryne; Brachyops; Bothriceps). Dies spricht für eine Verbindung dieser Länder in damaliger Zeit. Ausser den eben genannten Temnospondylen kommen auch die stereospondylen Labyrinthodontiden in Afrika und Indien gleichzeitig vor. Die ostindischen Reste zeigen mehrfache Beziehungen zu Europa. So ist Gonioglyptus dem europäischen Trematosaurus ähnlich, und einige Funde scheinen direkt zu dieser Gattung oder zu dem ebenfalls europäischen Capitosaurus zu gehören. Dies spricht für eine untertriasische Verbindung zwischen Europa und Indien. In Europa besassen die Labyrinthodonten in der Trias ihr Hauptentwicklungsgebiet. Aus Nordamerika sind uns nur drei zweifelhafte Gattungen überliefert, bei denen wir nicht angeben können, ob sie europäischen oder äthiopischen Ursprunges sind. Für das Perm hatten wir hauptsächlich nach der in beiden Kontinenten ganz verschiedenartigen Entwicklung der Theromorphen eine Trennung von Europa und Nordamerika annehmen müssen. Die Verbreitung der Stegocephalen widerspricht dem nicht. Von den in Betracht kommenden Familien sind im Perm 6 mit 30 Gattungen europäisch und nur zwei mit 15 europäischen und sechs nordamerikanischen Gattungen gemeinsam, die Rhachitomen und die Embolomeren. Beide Familien sind nur aus dem Perm bekannt, doch dürfte ihre Wurzel

Stammbaum der Dipnoer, Amphibien u. Amnioten

Testudinata. Mammalia. Dinosauria. (Pteros Aves). Crocodilia. Rhynchocephalia. Lepidosauria. Amphibia. Dipnoi.

Quartär
Tertiär
Kreide
Jura
Trias
Perm
Carbon
Devon

Theromorpha

trionychia, dermochelys, cryptodira, pleurodira, allotheria, monotremata, marsupialia, placentalia, Eudinosauria, sauropterygia, ichthyosauria, stegosauridae, pterosauria, aves, theropoda, sauropoda, parasuchia, eusuchia, brevirostres, longirostres, champsosauridae, rhynchosauridae, proterosauridae, sphenodontidae, ophidia, lacertilia, pythonomorpha, dolichosauridae, apoda, urodela, anura, ichthyoidea, neodipnoi, ceratodidae, paladipnoi, ctenodipterini, stereospondyli, temnospondyli, lepospondyli, aistopoda, proreptilia, Dipnoi, placodontia, endothiodontidae, pareiosauria, pariotychidae, diadectidae, anomodontia, mesosauridae, sauromammalia

Entwicklungsgebiete:

SA	Südatlantischer Kontinent
Sa	Südamerika
Ae	Südafrika
E	Europa
Na	Nordamerika
NA	Nordatlantischer Kontinent

Perm:	1 Buntsandstein: 2 Muschelkalk:	1 Keuper: 2 Lias:	1 Dogger: 2 Malm:	Kreide:
			Prodidelphyia.	Tillodontia ○ N.
			Amblotheriidae N. ← ○ P.	Polyprotodontia.
			Amphitheriidae ○ P.	Didelphyidae Sa. → Na.
			Triconodontidae N. $\rightarrow_1$ ○ P. $\leftarrow_2$	
		Pantotheria:		
		Dromatheriidae N. $\leftarrow_1$ Ae. †		
		Allotheria:		
		Plagiaulacidae ○ P.	Plagiaulacidae N. ← ○ P.	
		Tritylodontidae ○ Ae. → P.	Bolodontidae N. ← ○ P.	
			Monotremata.	Carinatae.
			Ae. → O. → Au.	Rallidae ○ N.
				Scolopacidae ○ N.
				Phoenicopteridae ○ N. → P.
				Anatidae ○ N.
				Odontormae ○ N. → P.
			Saurura Na. ← ○ P.	Ratitae.
				Odontalcae ○ N.
			Pterosauria.	
		Rhamphorhynchidae ○ P.	Pterodactylidae N. † ← ○ P.	Pteranodontidae ○ N.
			Ornithocheiridae ○ P.	
		Orthopoda.		
	Stegosauridae N. ← ○ Ae. → P. †	Scelidosauridae ○ P.	Nanosauridae ○ N.	Ornithomimidae ○ N.
			Camptosauridae N. ← ○ P.	Hadrosauridae N. ← ○ P.
			—	Iguanodontidae N. ← ○ P.
			Stegosauridae N. → P.	—
				Ceratopsidae N. ← ○ P.

Perm:	1 Buntsandstein: 2 Muschelkalk:	1 Keuper: 2 Lias:	1 Dogger: 2 Malm:	Kreide:
	Zanclodontidae N. † ← ○ Ae. → P. → O. Ornithichnites ○ N.	Theropoda. Anchisauridae ○ N. Coeluridae ○ N. → P. Megalosauridae ○ P.	Hallopidae ○ N. Compsognathidae ○ P. Coeluridae N. $\rightarrow_2$ P. Ceratosauridae ○ N. Megalosauridae N. ← ○ P. → O. ↓ Ae.	
		Sauropoda.	Diplodocidae ○ N. Morosauridae ○ N. → P. Atlantosauridae ○ N. Cetiosauridae N. † $\leftarrow_1$ ○ P.	Titanosaurus Sa. ← N. ← ○ P. → O. Bothriospondylus M. ← ○ P.
	Aëtosauridae N. ← P. Thecodontidae (?K?). N. P. (Archisuchia) Ae. → P.	Crocodilia	Goniopholidae N. ← ○ P. Atoposauridae ○ P. — Gavialidae? ○ P. Macrorhynchidae N. ← P. Metriorhynchidae ○ P. Teleosauridae Ae. ← ○ P.	Crocodilidae N. ← ○ P. Alligatoridae N. ← ○ P. Bernissartidae ○ P. — Rhynchosuchidae ○ N. → P. Macrorhynchidae Sa. ← N.
			Lepidosauria. ?Lacertilia. Na. ← P. → Au. Ae. ←	Ophidia ? ○ N. → P. — Mosasauridae N. ← ○ P. → Au. Plioplatecarpidae ○ P. Dolichosauridae ○ P. — Lacertilia N. ← ○ P.

		Rhynchocephalia.		
Mesosauridae Sa. ← ○ Ae. Proterosauridae Ae. ← ○ P.		Rhynchosauridae ○ P.	Sphenodontidae ○ P. → Au.	Champsosauridae N. → P.
		Theromorpha.		
Endothiontidae ○ Ae. → P. † Diadectidae ○ N. Pariotychidae N. ← ○ Ae. Cynodontidae. Tectinariales ○ Ae. Mononariales ○ Ae. → P. Binariales N. ← ○ Ae. Pareiosauridae ○ Ae. Dicynodontidae ○ Ae. → P. → O. Oudenodontidae ○ Ae. → P.	Placodontidae ○ P.			
		Testudinata.		
		Amphichelydidae ○ P. Dermochelydidae ○ Ae. † → P.	Amphichelydidae N. ← P. Chelydridae N. ← ○ P. Thalassemydidae ○ P. Dermochelydidae N. ← P. Trionychidae N. ← P. †	Dermatemydidae ○ N. Chelonemydidae ○ N. → P. Chelonidae N. ← ○ P. Trionychidae N. → P.
		Sauropterygia.		
	Pistosauridae ○ P. Nothosauridae ○ Ae. † → P.	Plesiosauridae ○ P. → O.	Plesiosauridae N. ← P. → Au.	
		Ichthyosauria.		
	Ichthyosauridae ○ Ae. † → P.	Ichthyosauridae N. ← P.	Ichthyosauridae P. → O. → Au.	

schon im Karbon liegen und aus dessen geographischen Verhältnissen sich ihre Verbreitung erklären. Dem Perm gehört endlich vielleicht der indische Gondwanosaurus an. Aus Afrika und Australien kennen wir dagegen keine Reste. Im Karbon endlich ist die Übereinstimmung zwischen Europa und Nordamerika grösser als im Perm, drei Familien mit elf Gattungen sind nordamerikanisch, drei, also 50% gegen 25% im Perm, mit 21 bez. 23 Gattungen gemeinsam. Von den Gattungen gehören demnach 80% gemeinsamen Familien an gegen 47% im Perm. Da wir aus dem Süden keine karbonischen Stegocephalen kennen, so sehen wir uns genötigt, für die Karbonzeit eine nordische Landverbindung anzunehmen. Diese mag aber in der unteren Steinkohlenzeit hauptsächlich zu Geltung gekommen sein, während sie in der oberen bereits nur geringen Austausch gestattete, da wir ausser Keraterpeton keine amphiatlantischen Stegocephalengattungen kennen. Die Entwicklung der Stegocephalen muss noch über das Karbon zurückgehen, wenn wir auch keine älteren Reste von ihnen besitzen, da sie im Karbon bereits stark differenziiert erscheinen, besonders in den fusslosen Aïstopoden, die Häckel als die Vorläufer der Cäciliiden ansieht. Jedenfalls sehen wir in ihnen einen nordischen Wirbeltierzweig, der im Devon sich entwickelt hat und bereits in dieser Formation in Nordamerika und Europa sich verbreitete und in ihnen sich in die eigentlichen Stegocephalen und in die Aïstopoden spaltete, neben denen sich die echten Uramphibien entwickelt haben müssen, die uns keine Reste hinterlassen haben. Im Karbon erlangten besonders die lepospondylen Stegocephalen eine weitgehende Differentiation, doch existierten neben ihnen auch schon die anderen Gruppen in beiden Kontinenten. Das Maximum der Entwicklung lag aber in Nordamerika (34 Gattungen gegen 21 europäische bez. 22 gegen 10 bei Auslassung der unsicheren Gattungen). Im Perm gelangten Stegocephalen mit den Urreptilien nach Südafrika, wo sie aber im Gegensatz zu diesen nur eine mässige Weiterentwicklung erfuhren. Ihr Hauptgebiet blieb die Känogäa, während die Reptilien zunächst hauptsächlich paläogäisch waren. Im Norden entwickelten die bereits bestehenden Familien sich weiter, doch überholte jetzt das paläarktische Gebiet weit das nearktische mit 45 Gattungen gegen sechs, bez. 39 gegen sechs. Hier bildete sich auch der jüngste und meist spezialisierte Zweig der Stegocephalen aus, die Labyrinthodontiden, die von hier den Südkontinent und jedenfalls auch Nordamerika erreichten, die einzigen triasischen Vertreter dieses Vertebratenastes, der am frühesten seinen Entwicklungsgang vollendete. In der Trias kommen auf zehn europäische Gattungen nur drei zweifelhaft nordamerikanische. Die prozentuale Verteilung der holarktischen Gattungen ist daher folgende:

	Nordamerika:	Europa:
Trias	23%	77%
Perm	12% (13%)	88% (87%)
Karbon	63% (71%)	39% (32%)

Die eingeklammerten Zahlen gelten bei Auslassung der unsicheren Formen.

Zu den Stegocephalen sind auch die Tiere zu rechnen, von denen die Chirotherienspuren herrühren, wie sie in Europa, Nordamerika und Südafrika gefunden worden sind und jedenfalls durch Tiere sehr verschiedener Familien verursacht wurden. Eine tabellarische Zusammenstellung erübrigt sich bei den Stegocephalen, da wir bei diesen keine wiederholten Wanderungen nachweisen können (s. Karte 10 u. Fig. 3).

§ 112. **Fische.** Wenden wir uns nunmehr den Fischen zu, so sind sie zu paläogeographischen Bestimmungen kaum zu gebrauchen, da wir bei den fossilen Formen nur nach den Schichten, in denen sie vorkommen, angeben können, ob sie marine oder Süsswassertiere waren, leben doch jetzt noch viele Arten gleichzeitig in Salz- und im Süsswasser. Aus der Kreidezeit sind uns Teleostier besonders aus Europa und dem Mittelmeergebiete bekannt. Nach dem Handbuche von Zittel verteilen sich die kretazeischen Teleostiergattungen folgendermassen auf Europa und Nordamerika.

	Europa:	Nordamerika:	
Acanthopterygii	20 = 80%	3 = 12%	aller Gattungen.
Pharyngognathi	5 = 100%	— = 0%	
Physostomi	74 = 88%	16 = 19%	
Clupeidae	33 = 94%	1 = 3%	
Plectognathi	1 = 100%	1 = 100%	
	100 = 87%	20 = 17%.	

Bei diesen Zahlen ist allerdings zu bedenken, dass wir aus der nordamerikanischen Kreide viel terrestre Ablagerungen kennen, dass also schon aus diesem Grunde die dort gefundene Fischfauna nicht so reich sein kann. Immerhin ist der Unterschied ganz bedeutend und findet sich auch bei den anderen Fischgruppen wieder, nur bei den Chimäriden überwiegen die nordamerikanischen Gattungen (7 gegen 2). Noch ausgeprägter ist das Übergewicht Europas im Jura und in der Trias, aus welchen Formationen wir überhaupt keine amerikanischen Teleostier kennen, während Ganoiden wenigstens in triasischen Schichten Nordamerikas sich finden. Wir dürfen den Ursprung der Teleostier also auf der östlichen Halbkugel suchen, wo sie in der unteren Trias von den Ganoiden sich abgezweigt haben. Wir dürfen das um so mehr, als auch die ihnen am nächsten stehenden Ganoiden, die Amiaden, in der mesozoischen Zeit ausschliesslich paläarktisch sind. Als direkte Vorfahren der Teleostier dürfen wir diese Ordnung freilich nicht ansehen, da sie erst im Lias erscheint, die Clupeiden aber im Keuper, die Hoplopleuriden sogar schon im Muschelkalk. Teleostier und Amiaden mögen vielmehr beide parallel aus den älteren Lepidostiern sich entwickelt haben, die bis zum Perm zurückreichen und mit Ausnahme von drei

triasischen Stylodontiden ebenfalls im älteren Mesozoikum rein paläarktisch sind[1]).

Unter den kretazeischen Ganoiden schliessen die ausschliesslich ostweltlichen Pycnodontiden sich an die ebenfalls vorwiegend europäischen Platysomiden an, von denen eine einzige Gattung im Karbon Nordamerika erreicht hat. Von den Pycnodontiden selbst hat eine Gattung Australien im Malm erreicht. Nach dem, was wir früher festgestellt haben, könnte in beiden Fällen die Verbreitung längs der Kontinentalränder erfolgt sein. Dass die jetzt für Amerika charakteristischen Amiaden und Lepidostier diesen Kontinent erst am Ende der Kreidezeit erreicht haben, ist schon erwähnt worden. Von den letzteren finden wir allerdings noch ältere nearktische Vertreter wie schon erwähnt in der Trias. Einer von diesen, die Gattung Dictyopyge, kommt auch in Europa vor, die beiden anderen sind mit dieser Gattung sowie mit Semionotus aus dem europäischen Keuper verwandt. Wir müssen also eine untertriasische transatlantische Ausbreitung annehmen, die auch wieder an einem Kontinent entlang erfolgt sein kann, wenn auch die Ganoiden jedenfalls nicht nur litorale Fische waren. Die Lepidostier schliessen sich weiterhin an die Paläonisciden an, die ausser zwei amphiatlantischen eine nordamerikanische Gattung besitzen, alle drei karbonischen Alters, während 10 rein europäische karbonische Gattungen beweisen, dass auch diese Familie vorwiegend paläarktisch ist, während nur wenige Gattungen nach Nordamerika gelangten, das damals in Verbindung mit Europa stand. Auch im australischen Karbon finden sich zwei Paläonisciden, die über Indien hierher gekommen sein dürften. Wie alle genannten Ganoidengruppen, die aus ihnen hervorgegangen sind, haben auch die Crossopterygier in erster Linie in europäischen Gewässern sich entfaltet. Nordamerika besitzt in der Trias nur einen Cölacanthinen, im Perm je einen Cyclodipterinen und Rhombodipterinen, die aus Europa gekommen sein müssen, da im Karbon Nordamerikas kein Crossopterygier gefunden wurde. Von den Rhombodipterinen und Cölacanthinen kennt man sonst überhaupt nur europäische Gattungen. Wenn auch eigentlich über den Rahmen dieses Kapitels hinausgehend, sei hier gleich die Verbreitung der Crossopterygier im Devon besprochen. Von 16 im Devon lebenden Gattungen sind 11 europäisch, 2 nordamerikanisch, 3 beiden Kontinenten gemeinsam. Da diese Gattungen meist im Old red vorkommen, einer litoralen oder gar lakustren Ablagerung, so spricht diese Verbreitung für eine devonische Landverbindung zwischen Europa und Nordamerika.

Während der Crossopterygierast der Ganoiden fast ausschliesslich paläarkisch ist, indem von seinen 172 Gattungen 89% europäisch und nur 13% nordamerikanisch sind, ist das Übergewicht des paläarktischen Gebietes bei den andern Ganoiden viel weniger ausgeprägt, von den 50 Gattungen fallen 72% auf Europa, 46% auf Nordamerika.

---

1) Hierzu Stammbaum der Chordazoen (Fig. 4) nach Häckel und Zittel.

Stammbaum der Chordazoen.

Entwicklungsgebiete:

NA Nordatlantischer Kontinent.
E Europa u. Nachbarmeere.
Na Nordamerika u. "
Ae Südafrika.

Leptocardii. Selachii. Ganoidei Osteodermi. Teleostei. Ganoidei. Amphibia. Amniota. Dipnoi. Cyclostomi. Tunicata.

Quartär, Tertiär, Kreide, Jura, Trias, Perm, Carbon, Devon, Silur, Cambrium, Algonkium

amphioxini, holocephali, squalidae, batoidei, chondrostei, placodermi, lophobranchii, plectognathi, physostomi, anacanthini, acanthopteri, amiadae, lepidostei, palaeoniscidae, platysomidae, pycnodontidae, crossopterygii, amphibia, mammalia, aves, reptilia, dipnoi, cyclostomi, tunicata, cephalaspidae, pteraspidae, acanthodidae, phaneropleurini, proganoidei, proselachii, archicrania, acrania, Prochordonia

Lith. Anst. v. Julius Klinkhardt, Leipzig. Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig. Dr. Th. Arldt, Kontinente Fig. 4.

Zeitweise kam sogar Nordamerika Europa ziemlich nahe, so im Devon mit 15 gegen 23 Gattungen. Während dieser Zeit waren 5 Gattungen amphiatlantisch, was den oben gezogenen Schluss bestärkt. Auch sonst sind die europäischen und nordamerikanischen Gattungen nahe miteinander verwandt. Die Placodermen besitzen selbst noch im Karbon eine europäisch-nearktische Gattung. Aus dem Silur dagegen kennen wir nur 7 europäische Formen, von denen eine auch in Nordamerika und auf Grönland sich findet. Von dem paläarktischen Gebiete aus haben also jedenfalls diese Ganoiden sich auf der nördlichen Halbkugel verbreitet, dabei den Küsten des nordatlantischen Kontinentes folgend. Dagegen scheinen sie die südliche Halbkugel nicht erreicht zu haben, wenn auch dieser Schluss nur auf sehr zweifelhaftem Grunde steht. Alle fünf Ordnungen, die Acanthodiden, Chondrostier, Placodermen, Cephalaspiden und Pteraspiden stellen jedenfalls vollständig selbständige Seitenzweige dar, die ursprünglich gleichwertig neben dem später so weit verzweigten Crossopterygieraste standen.

Einen siebenten Ast bildeten wahrscheinlich die Dipnoer. Dass die Ceratodiden als ein holarktischer Zweig aufzufassen sind, wurde schon erwähnt. In der Trias erreichen sie Indien, im Jura wahrscheinlich Australien. Unter den Ctenodipterinen ist eine amphiatlantische Gattung aus dem Perm bemerkenswert, die auch im europäischen Karbon sich findet. Diese Ordnung entstammt wie die Ganoiden dem paläarktischen Gebiete. Im Devon erreicht eine Gattung Nordamerika, wo die Ordnung im Karbon aber wieder fehlt. Dagegen leben im Perm hier mehr Gattungen als in Europa (4 gegen 3). Da die Ordnung noch weniger pelagisch ist, als die der Ganoiden, so spricht das nordamerikanisch-europäische Vorkommen von Ctenodus dafür, dass im Perm wenigstens keine grosse Meeresstrecke zwischen Europa und Nordamerika lag, wenn wir auch zwischen beiden Gebieten keine feste Landverbindung annehmen konnten, da die Landtiere dieser Periode zu beiden Seiten des Atlantischen Ozeans ganz verschieden waren (s. Karte 10).

Im Gegensatze zu den Ganoiden und Dipnoern sind die Selachier fast rein marin und zwar pelagisch und deshalb meist weit verbreitet. So sind von den karbonisch-permischen Petalodontiden 33%, von den gleichaltrigen Cochliodontiden sogar 41% amphiatlantisch. Immer noch hohe Prozentsätze zeigen die Cestracioniden (Karbon bis Jetztzeit) 27%, Hybodontiden (Silur bis Kreide) 17%, Psammodontiden (Karbon) 15%. Dagegen sind die grössten Prozentsätze unter den fossilen grossen Ganoidenfamilien 27% bei den Arthrodiren, 15% bei den Cyclodipterinen und zwar handelt es sich dort um die parakontinentale Ausbreitung im Devon. Dagegen sind die amphiatlantischen Selachiergattungen zwar meist karbonisch, doch finden sie sich auch in der Kreide (Ptychodus, Otodus), sowie im Silur (Ctenacanthus). Wir müssen annehmen, dass diese Fische, die seit den ältesten Zeiten nur wenig sich verändert haben — gehen doch selbst lebende Gattungen bis zum

Lias, lebende Familien sicher bis zum Karbon, vielleicht bis zum Silur zurück, und die dem Räuberleben im Meer besser wie jedes andere Tier angepasst sind, so dass sie alle Konkurrenten wie die Ichthyosaurier, Sauropterygier und Pythonomorphen überlebt haben — auch schon in alter Zeit kosmopolitisch verbreitet waren. Wenn wir trotzdem von den Selachiern ausserhalb des nordamerikanischen und des europäischen Gebietes fast keine fossilen Reste kennen, so zeigt dies ganz besonders deutlich die Lückenhaftigkeit unserer paläontologischen Kenntnisse und die Schwierigkeit, zu einigermassen gesicherten Resultaten über die frühere Verteilung von Land und Meer zu gelangen. Neue ausserholarktische Funde können uns infolgedessen noch grosse Überraschungen bringen.

Auf die Entwicklung der Cyclostomen und Leptocardier einzugehen, verbietet der vollständige Mangel in fossilen Resten dieser Unterklassen.

§ 113. **Insekten.** Wenden wir uns nun den Insekten zu, so gehen deren moderne Zweige höchstens bis zum Buntsandstein zurück. Fossile Reste finden sich besonders im Miozän, Oligozän, Malm und Lias und zwar hauptsächlich in Europa, in den beiden jüngeren Formationen auch in Nordamerika. Die modernsten Typen sind die Hymenopteren, Lepidopteren und Dipteren, die in so inniger biologischer Wechselbeziehung zu den Blütenpflanzen stehen, dass wir ihre jetzige Ausbildung nicht weiter zurückdatieren können, als bis zur Ausbildung der Angiospermen. Dass diese bereits im Malm existiert haben mögen, haben wir schon aus der Ausbreitung nach Australien schliessen können, wie wir auch hierher gehörige Insektenfamilien nach ihrer Verbreitung der Monotremenschicht bezw. den sonstigen ältesten Schichten der Kontinentalfaunen zuordnen mussten. Diese Ordnungen besitzen aber zum Teil ein noch höheres Alter. So finden sich von den Hymenopteren die Formicide Palaeomyrmex, von den Dipteren die Chironomide Macropeza und die Asilide Asilus im Lias von Europa. Jedenfalls dürfen wir die Heimat der drei Ordnungen nach dem, was früher über die Pflanzen gesagt wurde, in Nordasien suchen, im Angarakontinente. Hier haben sie bereits in der Trias aus den älteren Neuropteren sich entwickelt in Wechselwirkung mit den sich ausbildenden Angiospermen. Eine Landverbindung zwischen Nordasien und Europa brauchen wir bei der grossen Migrationsfähigkeit der Insekten deshalb noch nicht anzunehmen, immerhin sind sie kaum durch breite Meeresgebiete voneinander getrennt gewesen. In welcher Beziehung Nordasien zu Nordamerika stand, lässt sich dagegen hieraus nicht ermitteln, da wir aus letzterem keine insektenführenden jurassischen Schichten kennen. Dagegen muss den Insekten die Ausbreitung nach Indien, wenigstens im oberen Jura, noch leichter gewesen sein als nach Europa, da auf diesem Wege die Insekten mit den Angiospermen nach Australien und nach Madagaskar gelangten.

Eine grössere Rolle haben schon in der mesozoischen Zeit die Coleopteren gespielt. Aus dem Lias sind bereits 39 Gattungen bekannt und zwar sind hier schon alle Unterordnungen der Käfer zu finden. Die Lamellicornier erscheinen hier zum ersten Male, während die anderen Unterordnungen bis zum Keuper zurückreichen. Im einzelnen verteilen sich die Gattungen des Lias und des Keuper nach Zittel folgendermassen:

	Keuper:	Lias:	
Adephaga	1	6	Gattungen.
Clavicornia	3	12	„
Serricornia	3	13	„
Lamellicornia	—	2	„
Phytophaga	1	3	„
Heteromera	1	1	„
Rhynchophora	1	2	„

Die Differentiation der Coleopteren muss demnach schon vor dem Keuper erfolgt sein. Die Lamellicornier sind dagegen den Blüteninsekten gleichaltrig und haben vielleicht mit diesen zusammen in Asien sich entwickelt, zumal ein grosser Teil von ihnen vom Laube der Angiospermen sich nährt, doch könnte dies auch als eine nachträgliche Anpassung anzusehen sein, ebenso wie bei den anderen Coleopterengruppen. Von diesen scheinen nach dem Prozentsatze, den die Keupergattungen von den im Lias lebenden bilden, die Adephagen, Serricornier und Clavicornier die jüngeren Zweige zu sein, die auch systematisch an die Spitze der Käferordnung gestellt werden, während die altertümlicheren Phytophagen, Heteromeren und Rhynchophoren im Keuper schon verhältnismässig stark vertreten sind. Über das Ursprungsland dieser spätestens in der unteren Trias, wahrscheinlich aber noch früher vermutlich von den Orthopteren abgezweigten Insekten lässt sich aus ihrer paläogeographischen Verbreitung kein sicherer Schluss ziehen. Bis zum Malm waren sie jedenfalls universell verbreitet.

Die Hemipteren repräsentieren zwar einen ziemlich altertümlichen Insektentypus, sind aber trotzdem erst seit dem Lias bekannt, in dem zehn Gattungen und zwar je fünf Heteropteren und Homopteren sich finden. Dagegen gehen die Neuropteren und Orthopteren bis zum Buntsandstein zurück. Häckel sieht auch die Hemipteren als jüngeren Zweig der Neuropteren an. Die ältesten Gattungen verteilen sich bei diesen Ordnungen folgendermassen:

	Buntsandstein:	Keuper:	Lias:
Neuroptera	1	1	6
Orthoptera	1	2 (nordam.)	6
Archiptera	—	—	8
Thysanura	—	—	—

Wir sehen hier eine ähnliche Erscheinung wie bei den Hemipteren, indem die alten Archipteren erst im Lias, hier allerdings sehr zahlreich, die Thysanuren aber gar erst im Oligozän fossil auftreten. Beide Gruppen sind aber nach der übereinstimmenden Ansicht von Häckel und Carpenter[1]) von allen lebenden Insekten die niedrigst organisierten. Die ersteren stehen der gemeinsamen Wurzel der Neuropteren und Orthopteren nahe und die zweiten den Stammformen sämtlicher neuer Insektenordnungen, wenn wir auch diese Stammformen nicht ungeflügelt annehmen dürfen, da die paläozoischen Paläodictyopteren alle sehr wohl entwickelte Flügel besitzen. Unter den Orthopteren sind besonders die beiden nordamerikanischen Blattiden-Gattungen Scutinoblattina und Neorthroblattina bemerkenswert, die in zusammen sieben Arten in der Trias von Colorado sich finden. Diese Verbreitung ist leicht erklärlich, da wir ja durch die Verbreitung der Reptilien uns genötigt sahen, für die untere Trias eine Landverbindung zwischen Europa und Nordamerika anzunehmen. Diese amerikanischen Insekten nehmen in ihrem Habitus eine vermittelnde Stelle zwischen den Neo- und den Paläodictyopteren ein[2]).

Von der ältesten Insektenordnung, den Paläodictyopteren, endlich, werden wir erst im folgenden Teile sprechen, da sie mit Ausnahme der Pterinoblattina (Lias und Dogger) ganz auf die paläozoische Zeit beschränkt sind.

§ 114. **Übrige Arthropoden.** Über die übrigen Arthropoden ist nur wenig zu sagen. Ihre Differentiation muss schon in der paläozoischen Zeit erfolgt sein, aus der wir vier Arachnidenordnungen, zwei Myriopodenordnungen und elf Crustaceenordnungen kennen gegenüber einer Insektenordnung d. h. paläozoisch sind von den Ordnungen bei den Insekten 13%, den Arachniden 44%, den Myriopoden 40%, den Crustaceen 79%, dagegen sind sie in der mesozoischen Zeit nur in sehr spärlichen Resten erhalten. Von den Araneinen kennen wir eine Drasside aus dem Malm, noch dazu sehr problematischer Natur; von den Chilognathen einen Juliden aus der Kreide von Grönland, sonst fehlen Landarthropoden ausser den Insekten vollständig. Wir können deshalb auch über die geographische Verbreitung nicht viel sagen, nur annehmen, dass beide Klassen damals ungefähr schon ebenso verbreitet waren wie jetzt, da besonders die paläozoischen Arachniden schon einen sehr hohen Grad von Differentiierung erreicht hatten und seit dieser Zeit verhältnismässig nur wenig sich veränderten. Wir werden aus diesem Grunde beide Klassen besser unter den paläozoischen Organismen besprechen. Die Crustaceen wiederum sind aquatische Tiere und als solche weniger geeignet zu paläogeographischen Bestimmungen. Ausserdem geht bei

---

1) Carpenter, On the Relationships between the classes of the arthropoda. Proc. of the Royal Irish Acad. Vol. 24. 1903. p. 320—360.

2) Zittel, Handbuch I, 2. S. 823.

ihnen selbst die höchststehende Ordnung der Dekapoden bis zum Devon zurück, sicher allerdings nur eine Unterfamilie der Macruren, die Penäinen, die eine devonische und fünf karbonische Gattungen besitzen und auch durch den Besitz einer Nauplius-Larve sich als Stammgruppe der Dekapoden kennzeichnen, die sonst nur das höhere Zoëa-Stadium kennen. Sonst treten aber die Dekapoden erst in mesozoischer Zeit auf. Von den Macruren erscheint je eine Familie im Buntsandstein, Muschelkalk, Keuper, Lias und Malm, im letzteren, vielleicht aber schon im Keuper, zugleich die zweite Unterfamilie der Carididen, und zwar stammen die Gattungen alle aus europäischen Fundorten und sind Meeresbewohner, die erst im Tertiär ins Süsswasser übergehen[1]). Ihre Ausbreitung deckt sich ziemlich mit der der Teleostier. Die Brachyuren haben sich jedenfalls noch später entwickelt. Man kennt freilich unsichere Reste aus dem Devon, Karbon und Zechstein; doch sind diese sehr hypothetisch. Zwei Familien erscheinen im Dogger, eine im Neocom, eine im Gault, zwei im Cenoman und im Senon, endlich auch die Anomuren. Auch hier sind die mesozoischen Formen ausschliesslich europäisch, so dass wir die Differentiation der Dekapoden als in paläarktischen Gewässern erfolgt ansehen müssen. Seit dem Eozän kennen wir dagegen auch Reste aus Indien, Australien, Afrika, Nord- und Südamerika. Von den Isopoden scheinen einige Familien erst neueren Ursprungs zu sein. So finden die terrestrischen Onisciden sich erst seit dem Oligozän und von den marinen Familien geht eine bis zum Cenoman zurück, zwei treten im Malm, eine im Muschelkalk auf, eine lebte aber bereits vom Silur bis Karbon. Auch hier sind alle Reste europäisch. Unter den Leptostracen ist auffällig das fast völlige Fehlen in mesozoischen Schichten, nur eine Gattung findet sich in der Trias von Aussee, dagegen 5 im Karbon, 11 im Devon, 14 im Silur, 2 im Cambrium.

Im einzelnen verteilen sich diese auf die einzelnen Familien und Unterfamilien folgendermassen:

	Cm.	Si.	De.	Cb.	P.	Tr.	Ju.	Kr.	T.	Q.
Phyllocaridae	2	6	5	5	—	—	—	—	—	1
Discinocarinae	—	4	1	—	—	—	—	—	—	—
Dipterocarinae	—	4	5	—	—	1	—	—	—	—

Die Verbreitung ist also hier noch lückenhafter als im ganzen.

In Jura, Kreide und Tertiär fehlen diese zwischen Entomostracen und Malacostracen stehenden Kollektivtypen, während ihnen die rezente Nebalia zugehört. Mesozoischen Alters sind vielleicht erst die Limuliden, von denen sichere Reste seit dem Buntsandstein bekannt sind. Sie finden sich im europäischen Gebiete bis zum Oligozän. Von hier haben sie sich jedenfalls gegen Ende der mesozoischen Zeit entlang der Kontinentalküsten einerseits nach Florida und Neuschottland, anderer-

[1]) Zittel, Handbuch I, 2. S. 717.

seits nach Ostasien und den Molukken ausgebreitet. Von den übrigen Crustaceenordnungen dagegen können wir erst später sprechen.

§ 115. **Mollusken.** Unter den marinen Cephalopoden betrachten wir zunächst die Ammonoiden. Bei diesen ist auffällig das Auftreten zahlreicher neuer Formen bei Beginn einer neuen Formation, die nach Neumayr[1]) vielfach durch Einwanderung neuer Formen aus fremden Verbreitungsbezirken zu erklären ist. Der Wechsel zwischen Keuper und Lias erklärt sich nach dem, was wir früher über die Kontinentalverbindungen festgestellt haben, dadurch, dass das mittelatlantische Untertriasmeer, dessen Fossilien wir besonders kennen, durch Versinken der Landbrücken zwischen Europa und Afrika und zwischen Nord- und Südamerika mit den anderen Ozeanen in Verbindung trat. So erscheinen neu im unteren Keuper die Lytoceratiden und Ägoceratiden, im unteren und mittleren Lias die Amaltheiden, Harpoceratiden und Stephanoceratiden. Diese Familien scheinen von Ost nach West sich verbreitet zu haben, da sie, wenn überhaupt, Nordamerika erst in der Kreide erreichen. Im oberen Jura trat wieder eine Trennung des mittelmeerischen Gürtels durch die Verbindung von Europa mit Afrika ein, und nach der Wiedervereinigung der beiden getrennten Teile mussten in der unteren Kreide abermals neue Formen, diesmal allerdings nur neue Gattungen im atlantischen Gebiete erscheinen. Als Stammform der Ammoniten sieht man allgemein die Goniatitiden an, die, vom Silur bis Karbon in den europäisch-nordamerikanischen Meeren verbreitet, im Karbon auch nach Indien gelangten. Hier treten auch schon im Perm echte Ammoniten auf, so die Arcestiden, Ceratitiden, Pinacoceratiden und Ptychitiden; die letzten sind sogar im armenischen Karbon nachgewiesen (Hungarites). In der Trias erscheinen sie in Europa, die drei ersten Familien auch in Kalifornien, bezw. Nevada, wohin sie jedenfalls auf transpazifischem Wege gelangt sind. Dies hat zur Voraussetzung, dass der Angarakontinent damals nicht mit Indien zusammenhing. Während nun die ebengenannten Familien hauptsächlich in den holarktischen Meeren in der Trias blühten, wo neben ihnen die Tropitiden und Cladiscitiden sich entwickelten, bildeten in dem Meere zwischen Afrika und Indien, das damals isoliert war, die oben genannten fünf Familien sich aus, die im Keuper bezw. Lias sich ausbreiteten. Dafür spricht auch der Umstand, dass nach Mojsisovics[2]) die Lytoceratiden an die silurisch-devonische Goniatidengattung Aphyllites und an die devonisch-karbonische Prolecanites sich anschliessen. Da holarktische Mittelglieder vom Perm bis zum Muschelkalk fehlen, so müssen sie in einem anderen Gebiete der Erde gelebt haben, und als solches kommen in erster Linie die indischen Gewässer in Betracht. Im folgenden ist der Versuch ge-

---

[1]) Jahrbuch d. Geolog. Reichsanstalt. Wien 1878. Bd. 28. S. 37.

[2]) Mojsisovics, Die Cephalopoden der mediterranen Triasprovinz. Abh. d. k. k. geol. Reichsanstalt Wien. Bd. 10. 1882. S. 181.

macht, einige Ammonoidengruppen nach ihrer Abstammung zusammenzustellen (s. S. 346).

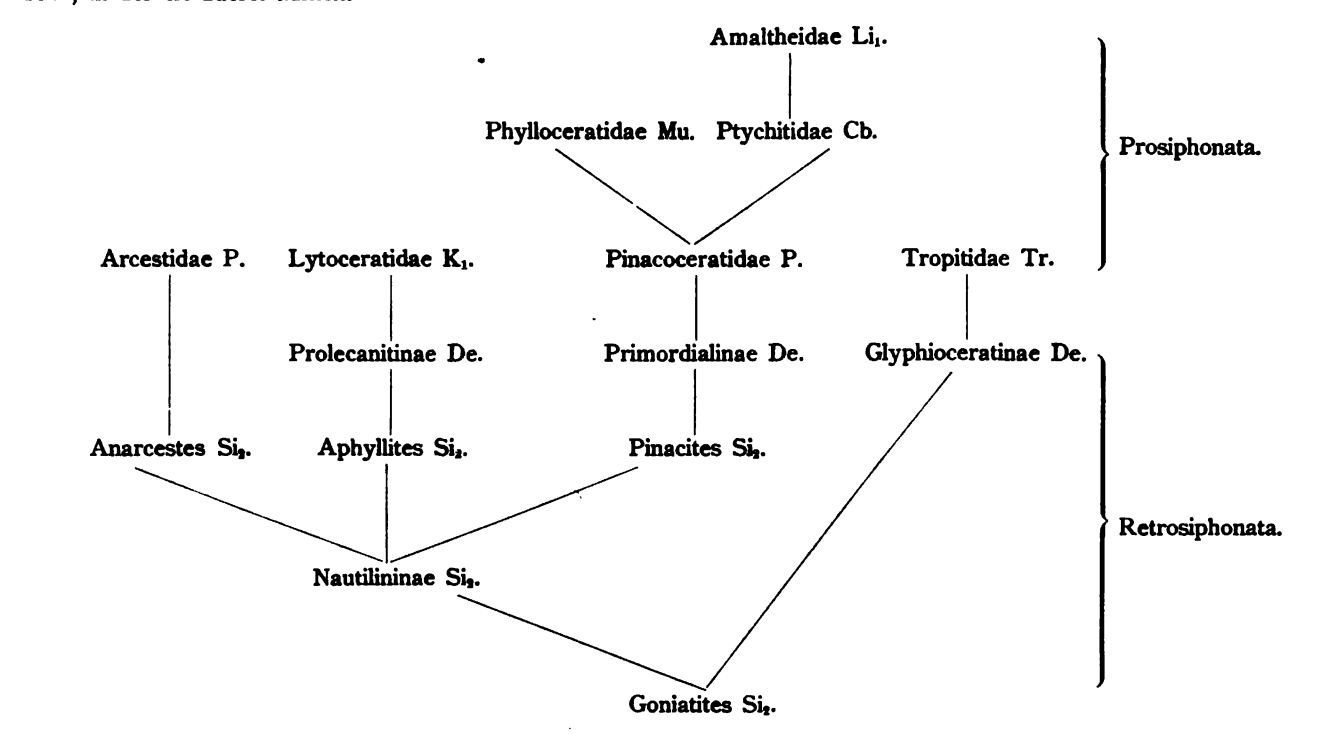
Die Dibranchiaten scheinen erst mesozoischen Alters zu sein, da ihre ältesten Reste dem europäischen Keuper entstammen. Aus anderen Ländern sind sie erst seit der Kreide bekannt. Wir können daher paläarktischen Ursprung mit Sicherheit annehmen, zumal auch ihre mutmasslichen Vorfahren ausschliesslich in den Ablagerungen europäischer Meere gefunden worden sind. Leiten sich die Dibranchiaten, wie Häckel annimmt, zum Teil von den Ägoceratiden bezw. besser von deren direkten Vorfahren ab, so ist der mesozoische Ursprung zweifellos, er ist auch nicht völlig ausgeschlossen bei der Ableitung von den paläozoischen Orthoceratiden, da diese durch Orthoceras bis in die Trias heraufreichen. Die Ordnung hat bereits im Lias sich weitgehend differentiiert, indem von vier Familien drei vorhanden sind, nur die Sepiophoren erscheinen erst im Eozän.

Bei den Pteropoden sind die paläozoischen Formen durch eine breite Kluft von den känozoischen getrennt. Unter den Gastropoden haben wir als besonders wichtig die Pulmonaten kennen gelernt. Wir haben gesehen, dass die Grundzüge der Verbreitung der jetzigen Gastropoden bereits seit der mesozoischen Zeit feststehen, und dass nur geringe Verschiebungen in der tertiären Zeit eingetreten sind. Dagegen hatten viele Gattungen früher eine weitere Verbreitung als jetzt und sind besonders in Europa in grösser Anzahl ausgestorben. So finden sich in der südeuropäischen Eozänfauna z. B. von Vicentin Gastropoden, die jetzt in Südamerika, Nordamerika, Makaronesien, auf den Maskarenen bezw. in Indien heimisch sind. Im Miozän sind nur die indischen Züge verschwunden, erst im Pliozän hören auch die anderen Formen auf[1]. Es erklärt sich dies daraus, dass die Pulmonaten in der Hauptsache seit der Jurazeit sich entwickelt haben. Nur von zwei Familien kennen wir isolierte ältere Reste. Von den Heliciden finden sich Pupa und Zonites im Karbon von Neuschottland. Im Silur findet sich Hercynella, die mit anderen Gattungen eine Zwischenstellung zwischen Pulmonaten und Opisthobranchiern einnimmt. Die Pulmonaten sind also im wesentlichen mesozoische Organismen. Als ursprüngliches Verbreitungsgebiet müssen wir Nordamerika ansehen, von wo erst in der Trias die Mollusken sich weiter ausgebreitet haben mögen. Merkwürdig ist bei ihrer Ausbreitung, dass wir von den beiden karbonischen Heliciden weitere fossile Reste erst aus dem Diluvium (Zonites) bezw. aus dem Eozän (Pupa) kennen. Im übrigen ist auf die Verbreitung der in Betracht kommenden Familien schon früher eingegangen worden. Wie die Pulmonaten sind auch die ihnen nahestehenden Opisthobranchier in der Hauptsache mesozoisch. Nur die noch lebende Gattung Actaeonina ist auch aus dem Karbon bekannt. Ähnlich wie bei den Heliciden beobachten wir auch bei ihr

---

[1]) Kobelt, Zoogeographie. I. S. 135—139.

Die Zusammenstellung stützt sich auf Zittels Angaben über die verwandtschaftlichen Beziehungen der Familien und zeigt besonders die Entwicklung der Prosiphonaten aus den Retrosiphonaten. Jeder Gruppe ist die Formation beigesetzt, in der sie zuerst auftritt.



Ist diese Zusammenstellung richtig, so müssen allerdings die Pinacoceratiden mindestens schon im Karbon gelebt haben.

eine grosse Lücke, indem sie erst wieder in Oxford erscheint. Auch unter den Prosobranchiern erscheinen viele Familien erst in mesozoischer Zeit. Die 55 Familien derselben verteilen sich nach ihrem ersten Erscheinen folgendermassen auf die einzelnen Formationen:

Känozoische Periode			9 Familien.
Quartär		3	
Tertiär		6	
Pliozän	2		
Eozän	4		
Mesozoische Periode			29
Kreide		14	
Jura		9	
Trias		6	
Paläozoische Periode			17
Perm		—	
Karbon		2	
Devon		4	
Silur		8	
Cambrium		3	

Hierbei sind auch die zweifelhaften Gattungen mitgerechnet worden, ohne diese würde das Verhältnis sich für die jüngeren Perioden noch günstiger gestalten.

Dies wird aber nur durch das Verhalten der Ctenobranchier bewirkt. Denn nehmen wir diese in eine Gruppe und die Aspidobranchier und Cyclobranchier in eine zweite, so ergibt sich folgende Verteilung der Familien:

	Ctenobranchier:	Andere:
Quartär	2	1
Tertiär	5	1
Kreide	13	1
Jura	8	1
Trias	5	1
Karbon-Perm	2	—
Cambrium-Silur	8	7

Die beiden kleineren Unterordnungen haben sich also schon im Paläozoikum stark differentiiert.

Auch sonst sind bereits in paläozoischer Zeit fast alle Unterordnungen der Prosobranchier vorhanden und diese weit verbreitet, so findet sich ein allerdings zweifelhafter Vertreter der sonst mesozoischen Familie der Bucciniden im australischen Devon. Eine eingehende Verfolgung der Verbreitungswege der Gastropoden ist wegen des nur mässigen phylogenetischen Wertes der allein fossil erhaltenen Schalen schwer durchführbar, wenn überhaupt, so jedenfalls nur für den Spezialisten, aus diesem Grunde begnügen wir uns mit diesen kurzen Angaben. Die letzte Gastropodenordnung, die der Heteropoden, ist erst seit dem Miozän bekannt, dagegen gehen die Placophoren und Scaphopoden bis zum Silur zurück.

Unter den Lamellibranchiaten finden die Süsswasserformen sich in grösserer Anzahl seit dem Wealden. Die Nayadiden gehen allerdings bis auf den Keuper zurück. In diesem erscheint in Europa Uniona, die sich vielleicht um diese Zeit an brackisches Wasser anpasste, in dem sie noch neben rein marinen Formen vorkommt. Nächst verwandt sind ihr unter diesen nach Zittel die Cardiniiden Trigonodus und Cardinia. Vielleicht ist Cardinia die gemeinsame marine Stammform der brackischen Uniona und des marinen Trigonodus. Im Malm findet sich dann Unio durch Süsswasserformen vertreten, zunächst bis zum Wealden nur in Europa, das das Entwicklungsgebiet der Nayadiden gewesen zu sein scheint. Während der Kreide haben sie sich aber weit ausgebreitet, sicher nach Nordamerika, wahrscheinlich auch über Madagaskar nach Afrika. Südamerika dagegen scheinen sie erst mit den Edentaten erreicht zu haben und von hier aus mit den Marsupialiern Australien. Einen paläogäischen Zweig der Nayadiden stellen die Ätheriiden dar, von denen uns allerdings keine fossilen Reste erhalten sind, vermutlich deshalb, weil ihre Heimat das überhaupt fossilarme Afrika war. Diese Homomyarier scheinen schon im Karbon und Perm in Anthracosia wenigstens den Vorstoss in brackisches Wasser versucht zu haben. Da diese Gattung besonders in der produktiven Steinkohlenformation von Russland bis Nordamerika sich findet, so spricht sie wie die Verbreitung der Amphibien für eine karbonische transatlantische Verbindung zwischen Europa und Nordamerika. Wie die Nayadiden stellen auch die Mytiliden eine selbständige Anpassung an das Süsswasser dar, und zwar scheint diese sehr jungen Datums zu sein; die einzige in süssen und brackischen Gewässern lebende Gattung Dreissena geht nur bis zum Miozän zurück, und zwar findet sich die einzig lebende Süsswasserart D. polymorpha ausschliesslich in Europa, von wo sie erst durch den Menschen weiter verschleppt worden ist. Eine dritte Gruppe von Süsswasserlamellibranchiaten bilden die Cyreniden. Diese treten, abgesehen von einer zweifelhaften silurischen Gattung, zuerst im Lias auf. Sie sind kaum vor dem Wealden in brackische Gewässer übergegangen, die meisten der lebenden Gattungen reichen nur bis zum Eozän zurück, so dass die Anpassung der Cyreniden nach der der Nayadiden aber vor der der Mytiliden erfolgt sein dürfte, und zwar haben vermutlich mehrere Gattungen sich selbständig über die Grenze des salzigen Wassers hinaus begeben. Endlich ist von den Cardiiden Adacna zu erwähnen, die seit dem oberen Miozän im sarmatischen Gebiete in brackischem Wasser heimisch ist.

Erwähnenswert sind noch einige litorale Familien, die besonders durch ihre dicken und reich skulpturierten Schalen ausgezeichnet sind. Das Maximum der Entwicklung erreichten in dieser Hinsicht die kretazeischen Rudisten und Chamiden. Unter diesen spricht das gemeinsame Vorkommen gleicher Gattungen für eine transatlantische Landverbindung. So findet die in der unteren Kreide nur europäische Monopleura in der

oberen Kreide sich auch in Nordamerika, die vorwiegend europäische Familie hat also in dieser Zeit westlich sich ausgebreitet, und wie sie, sind auch die Rudisten dorthin, sowie im Osten nach Indien gelangt. Eine allerdings zweifelhafte Untergattung von Hippurites, Barettia, hat sogar Jamaika erreicht. Wie diese beiden Familien, so haben auch die Ostreiden in der mesozoischen Zeit in Europa ihr Verbreitungszentrum, doch geht die Familie bis ins Karbon zurück. Unter den Inoceraminen scheint Aucella (Nordasien, Russland, Spitzbergen, Grönland) sich im Jura und in der unteren Kreide an der Nordküste des nordatlantischen Kontinentes verbreitet zu haben, während Inoceramus, der auch in Nordafrika lebte, die seichten Meeresteile südlich dieses Festlandes bewohnte. Im Zechstein ist Bakewellia nordamerikanisch-europäisch und spricht ebenso wie die Verbreitung der Lepidostier und Crossopterygier für eine Annäherung der beiden Kontinente, wenn sie auch nicht in Landverbindung gestanden haben.

In der mesozoischen Periode haben eine Anzahl rein mariner Klassen sich weit verzweigt, wie die Bryozoen und die Echinoideen, auf die wir hier nicht näher eingehen können. Wichtig wäre für uns die Verfolgung der landbewohnenden Würmer, doch sind leider von diesen keine fossilen Überreste erhalten geblieben, so dass wir auf ihre Entwicklung nur aus anatomischen Gründen schliessen können.

§ 116. **Pflanzen.** Wir wenden uns nun zu den Pflanzen. Es wurde schon mehrfach erwähnt, dass die Angiospermen wahrscheinlich schon in der Mitte der mesozoischen Zeit im Angarakontinente sich entwickelt haben und in der Kreideformation schon weit differentiiert sind, indem von allen Familien bereits über 20% in dieser bekannt sind. Das Zurückgehen der Blüteninsekten bis zum Lias gestattet den Schluss, dass auch die Blütenpflanzen bereits während dieser Zeit gelebt haben und sich vielleicht schon während der Trias in Asien entwickelten, ohne aber Europa zu erreichen. Möglicherweise haben aber Wasserpflanzen schon damals sich nach Europa verbreitet, falls Aëthophyllum und Echinostachys aus dem europäischen Buntsandstein wirklich Vertreter der monokotyledonen Typhaceen und Sparganiaceen sind, was freilich sehr zweifelhaft ist. In die paläozoische Zeit aber scheinen auch die Monokotyledonen nicht hereinzureichen, die von einigen Forschern sogar wegen ihrer weitgehenden Blütendifferentiierung für jünger als die Dikotyledonen angesehen werden, wogegen die S. 291—292 angegebenen Prozentzahlen nicht sprechen würden. Ihre Stammform mögen cycadeenähnliche Formen gewesen sein, die damals kosmopolitisch verbreitet waren. Vielleicht standen die permischen Schützia und Dictyothalamus der Wurzel der Angiospermen nahe.

Die eigentlichen mesozoischen Pflanzen waren die Gymnospermen, wenn auch deren Wurzel ins Paläozoikum hereinreicht, und zwar sind besonders charakteristisch die Coniferen, deren Familien meist bis auf die Trias und weiter zurückgehen. Von den Araucariaceen

sind die modernsten Familien, die Cupressineen und Abietineen seit dem Keuper bekannt, den letzteren wird sogar ein Rest aus dem Karbon zugeschrieben, doch jedenfalls mit Unrecht. Beide Familien scheinen sich also wie die Angiospermen in der unteren Trias entwickelt zu haben und zwar aus Araucarieen, doch scheint diese Entwicklung nicht in Asien stattgefunden zu haben. Eher ist der Südkontinent als Heimat anzusehen, von dem damals die Pflanzen sich leicht hätten kosmopolitisch ausbreiten können. Die Taxodieen haben sich schon früher von den Araucarieen abgezweigt, da sie schon im Rotliegenden durch Voltzia reichlich vertreten sind, welche Gattung auch in den unteren Gondwanaschichten sich findet. Von den Araucarieen findet sich ebenfalls im Rotliegenden Walchia, dazu kommen Holzreste (Araucarioxylon), die bis ins Karbon zurückreichen[1]). Sicher bis in Karbon reichen die Taxaceen durch Dicranophyllum zurück. Jedenfalls haben beide Hauptäste der Coniferen sich gleichzeitig, etwa im Anfange des Karbon vom gemeinsamen Stamme abgezweigt, den wir vielleicht in alten Cycadeen sehen können, und mit ihnen trennten sich wohl auch die Gnetineen ab, wenn wir diese auch nur sicher bis zum Tertiär zurückverfolgen können, da deren zerstreutes Areal für eine einst weitere Ausbreitung spricht. Die Gymnospermen haben sehr rasch sich über die ganze Erde verbreitet und dies veranlasst uns, ihre Heimat in einem grossen und verhältnismässig kühlen Kontinente zu suchen. Als solcher repräsentiert sich aber während der Steinkohlenzeit der Südkontinent von Südamerika über Afrika und Indien nach Australien. Waren die Angiospermen ein Produkt der nördlichen Hemisphäre, so sind die modernen Gymnospermen eins der südlichen. Auch die Cycadeen sind seit dem Karbon bekannt (Cycadites, Pterophyllum, Medullosa?). Seit dem Silur ist dagegen der im Perm unfruchtbar aussterbende Zweig der Cordaiten nachgewiesen, in dem die Gymnospermen bereits während des Karbons eine erste Blütezeit erlebten. Die Gymnospermen müssen also spätestens im Anfange der Silurzeit sich entwickelt haben, doch gestatten die ältesten Reste nicht einen Schluss auf den Ort dieser Entwicklung.

Auch die Pteridophyten zeigen im Mesozoikum zum Teil grosse Entwicklung. Von den Equisetinen sind sicher erst seit dem Buntsandstein fossil bekannt die Equisetaceen und die Schizoneuren, letztere im Lias wieder aussterbend, die Equisetaceen scheinen allerdings schon vorher existiert zu haben, doch sind Equisetites und Eleutherophyllum nicht mit voller Sicherheit als Equisetaceen bestimmt, sondern gehören vielleicht Calamiten an. Jedenfalls muss aber die Entwicklung beider Gruppen bereits in paläozoischer Zeit stattgefunden haben. Vielseitiger als die Equisetinen sind im Mesozoikum die Filicinen entwickelt. Erst in ihm scheint die jetzt verbreitetste Familie, die der Polypodiaceen sich entwickelt zu haben, die seit der Trias sicher bekannt ist, zweifelhafte

[1]) Potonié, Pflanzenpaläontologie. S. 371.

Reste sind freilich wie von den meisten andern Familien auch von ihnen aus dem Karbon bekannt. Wir können daher annehmen, dass im Mesozoikum die Farne ebenso universell verbreitet waren wie die Gymnospermen. Unter ihnen bedürfen einer besonderen Erwähnung die Gattungen Glossopteris und Gangamopteris. Diese sind charakteristisch für die karbonisch-permischen Schichten des Südkontinentes, auf den sie fast ausschliesslich beschränkt sind. Sie finden sich hier bis herauf in die Trias. Ihre Verbreitung spricht neben geologischen Gründen besonders für eine Landverbindung zwischen den Süderdteilen quer über den Atlantischen und den Indischen Ozean hinweg. Erst im Perm scheinen sie vereinzelt Osteuropa erreicht zu haben[1]), aber nur dieses, so dass sie vielleicht von Indien aus hierher gelangt sind. Doch kann die Verbindung nicht sehr andauernd gewesen sein. Sehr verbreitet ist in den Gondwanaschichten auch Noeggerathiopsis, eine Gattung, die oft zu den Ophioglossaceen gestellt wird, die Potonié aber als Vertreter einer zwischen Farnen und Gymnospermen vermittelnden Gruppe der Cycadofilices ansieht[2]). Ihre Hauptformation ist das Karbon, doch findet sie sich nach Potonié noch in der südlichen Trias. Ausserdem sind in diesen Schichten zahlreiche auch in Norden vorkommende Pflanzen enthalten, von denen wir Voltzia schon erwähnten. Besonders sind es aber Farne, sowie Sigillarien in Südafrika und Lepidodendren in Südamerika, die in diese Länder im Perm über die auf Grund der Wirbeltierverbreitung angenommenen Landbrücken vom Norden her gelangen konnten. An sich wäre ja bei den Sporenpflanzen nicht einmal eine Landverbindung notwendig gewesen.

b) Zusammenfassung.

§ 117. Wie am Schlusse der Betrachtung der känozoischen Organismen geben wir auch hierzu in Fig. 5 einen schematischen Überblick über die ermittelten Landverbindungen, wobei betreffs der Abkürzungen auf S. 322 verwiesen wird.

Vergleichen wir diese Schemata mit denen in Fig. 2, so sehen wir als besonders auffällig das hohe Alter der Verbindungen zwischen den Südkontinenten, die seit dem Devon einen langgestreckten Landgürtel bilden. Zum Teil haben wir bei der Konstruktion dieser Schemata allerdings die Resultate geologischer Erwägungen vorweggenommen, in der Hauptsache aber sind sie auf der biogeographischen Methode begründet. Nur bei Asien mussten mehrfach andere Erwägungen zu Hilfe genommen werden, da wie schon erwähnt, dessen Tier- und Pflanzenwelt in älteren Perioden uns fast unbekannt ist. Infolgedessen ist die Verbindung des Angarakontinentes mit den beiden anderen nordischen

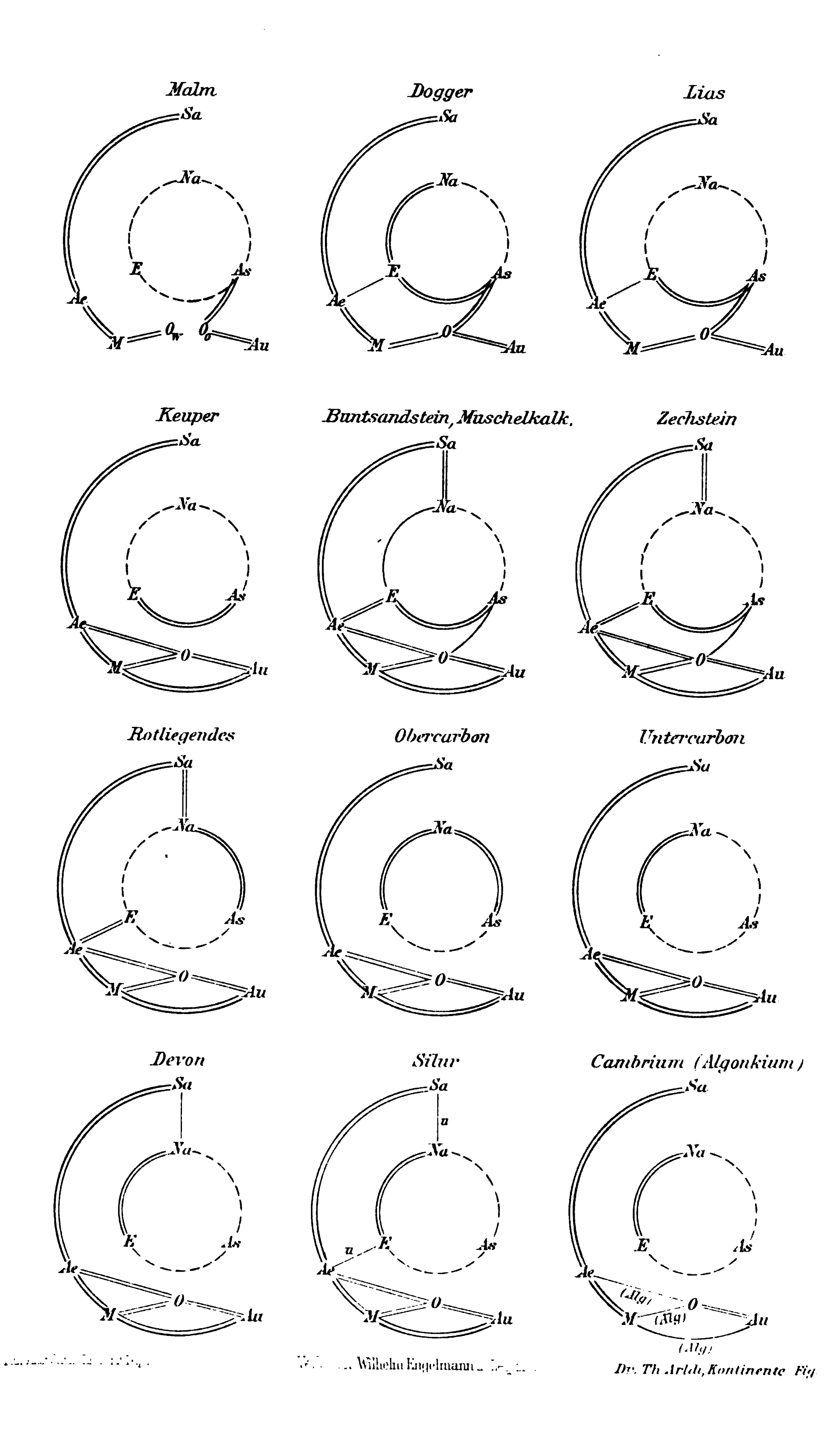
[1]) Credner, Elem. d. Geol. S. 519.
[2]) Potonié, Lb. d. Pfl. S. 160.

Kontinenten nur durch geologische Erwägungen zu ermitteln. Ausserdem müssen wir auf Grund der späteren Erwägungen eine weitergehende Gliederung der Formationen Platz greifen lassen. Endlich sind gleich an dieser Stelle auch die ältesten Formationen mit berücksichtigt.

3. Paläozoische Organismen.

§ **118.** Wir haben im vorhergehenden rückwärtsschreitend in der Geschichte der Lebewelt der Erde Schlüsse über die Landverteilung bis ins Devon hinein ziehen können. Freilich wurden diese immer unsicherer, je weiter wir kamen, die schematischen Figuren waren immer mehr als Verallgemeinerungen aufzufassen. Dies ergibt sich schon aus dem Zeitraum, den sie umfassen. Der känozoischen Periode entsprachen 5 Figuren, dem etwa dreimal so langen Mesozoikum 8, während auf die sieben paläozoischen Formationen, deren jede nach der Mächtigkeit ihrer Ablagerungen für sich mindestens dem ganzen Mesozoikum gleichgestellt werden muss, nur 7 Figuren kommen. Die Spezialisierung beträgt also beim Mesozoikum nur 53%, bei den paläozoischen Formationen nur 5% von der beim Känozoikum angewandten, d. h. eine Figur bezieht sich auf eine zweimal bezw. zwanzigmal so lange Zeit. Die zuletzt konstruierten Figuren sind also mehr als ein Versuch aufzufassen, die wechselnden Verbindungen gruppenweise darzustellen, ohne dass an eine absolute Gleichzeitigkeit aller angegebenen Verbindungen zu denken ist. Beim Silur und den älteren Formationen versagt aber die bisher angewandte Methode fast ganz. Wir werden uns daher im folgenden weniger mit paläogeographischen, als mit phylogenetischen Fragen abzugeben haben, da das Paläozoikum für die Verzweigung der Tierwelt zweifellos eine ausserordentlich wichtige Periode gewesen ist. Auch hier werden wir wieder uns veranlasst sehen, über die Grenzen des Paläozoikums hinaus ins Archaikum hinüberzuschweifen, um die einzelnen Organismenstämme bis auf ihre Wurzel zu verfolgen.

§ **119. Chordazoen.** Die Entwicklung der Wirbeltiere haben wir bereits im vorhergehenden bis weit ins Paläozoikum verfolgt, indem wir annahmen, dass die Amphibien bereits im Devon sich von den Dipnoern abzweigten und wahrscheinlich haben sich in derselben Zeit auch schon die ältesten Reptilien entwickelt, da die karbonischen Stegocephalen nicht als Vorfahren derselben angesehen werden können. Bei der Besprechung der Ganoiden gelangten wir sogar bis in das Silur, in das deren Verzweigung, sowie die Entwicklung der Dipnoer fallen dürfte. Bekannt sind aus dem Silur freilich nur die Cephalaspiden und Pteraspiden, doch müssen die voneinander schon weit abweichenden devonischen Ordnungen bereits vorher auseinandergegangen sein, so dass im Silur von den zehn Ganoidenordnungen bereits sieben existiert haben mögen. Die Ausbildung der Urganoiden muss denn spätestens an der



Wilhelm Engelmann

Dr. Th. Arldt, Kontinente Fig.

Grenze zwischen Silur und Kambrium erfolgt sein. Die Selachier sind im Silur bereits durch verschiedene Familien vertreten. Da sie einen noch ursprünglicheren Wirbeltiertypus darstellen als die Ganoiden, müssen sie aber bereits im Kambrium gelebt haben. Ausser ihnen müssen wir im Kambrium die Vorfahren der Cyclostomen suchen, die natürlich noch viel weniger fossile Reste hinterlassen konnten als die Selachier, von denen wir aus dem Silur auch nur Zähne und Stacheln kennen. Diese Archicranier, wie Häckel sie bezeichnet, müssen aber als Vorfahren der Urselachier angenommen werden. Die Abzweigung der letzteren mag im Kambrium erfolgt sein, dagegen kann die Bildung der Archicranier noch vor diese Periode fallen. Sicher können wir dies bei den Acraniern annehmen, jetzt nur noch durch den Amphioxus vertreten, deren Anfang wir deshalb auf dem Stammbaum der Chordazoen ins obere Algonkium gesetzt haben. In dieser Zeit hat der Stamm der Chordazoen sich gespalten in den Ast der Vertebraten und den der Tunicaten, welch letztere auch schon in der ganzen paläozoischen Zeit gelebt haben müssen, wenn sie auch fossil nicht erhaltbar waren. Wann freilich die Verzweigung in Ascidien und Thaliaceen stattgefunden hat, lässt sich bei dem vollständigen Mangel an paläontologischen Urkunden nicht entscheiden, deshalb ist diese Teilung auch nicht in den Stammbaum eingetragen. Jedenfalls ist sie aber bereits in paläozoischer Zeit erfolgt, da die Meerestiere, besonders die niedriger organisierten, sehr konservativer Natur sind, und die tiefgehenden Unterschiede der beiden Ordnungen deshalb auf ein hohes Alter schliessen lassen. Die Entstehung der Chordazoen aus Würmern, die nach Häckel zu den Rotiferen gehörten, ist vielleicht ebenfalls im Algonkium erfolgt, so dass die Chordazoen im ganzen paläozoischen Alters sind.

§ 120. Arthropoden[1]. Die Insekten sind im Paläozoikum durch die Ordnung der Paläodictyopteren vertreten, die aus Europa und Nordamerika bekannt sind. Diese weisen zwar alle untereinander auffällige Ähnlichkeiten auf, die ihre Zusammenstellung in eine besondere Ordnung rechtfertigen, andererseits zeigen sie aber auch enge Beziehungen zu den Orthopteren, Neuropteren und Hemipteren. Auf Coleopteren bezieht man dagegen Bohrlöcher in karbonischen Ablagerungen. Die Coleopteren müssten sich also spätestens im Anfange des Karbon von den Orthopteroiden abgezweigt haben. Die Hemipteren haben sich um diese Zeit bereits in Homopteren und Heteropteren gespalten, vertreten durch Fulgorina und Phthanocoris. Beide Formen sind bereits so weit voneinander getrennt, dass diese Spaltung wahrscheinlich schon im Devon erfolgt ist, während die Urhemipteren noch früher von den Neuropteren sich abzweigten. Diese sind besonders vielseitig entwickelt und gehen fossil bis ins Devon zurück. Unter ihnen sind die karbonischen Heme-

[1]) Stammbaum (Fig. 6) nach Häckel, Phylogenie, Zittel, Handbuch, und Carpenter, Arthropoda Proc. Ir. Ac. 1903.

ristiden als Vorfahren der Sialiden aufzufassen, während die andern Familien der Neuropteroiden eine vermittelnde Stellung zwischen den echten Neuropteren und den altertümlicheren Pseudoneuropteren darstellen und besser als Pseudoneuropteroiden bezeichnet werden. Die älteste Familie darunter sind die devonischen Xenoneuriden. Die Pseudoneuropteren haben ihre Vorfahren in den Palephemeriden, die vom Devon bis Perm bekannt sind, aber sicher noch älter sind, da die Pseudoneuropteren die altertümlichste von allen lebenden Insektengruppen bilden. Es gehen aber bereits die Orthopteroiden bis ins Silur zurück. Auch diese haben schon vorkarbonisch sich gespalten, indem die karbonischen Protophasmiden als Vorfahren der Grylliden, Locustiden, Acrididen und Phasmiden anzusehen sind, während von den im Silur erscheinenden und erst im Dogger aussterbenden Paläoblattinen die Blattiden und Mantiden sich abgezweigt haben[1]. Bemerkenswert ist bei der Verbreitung der Paläodictyopteren einmal, dass mehrere Gattungen, nach Zittel 8, darunter vier Paläoblattinen im Karbon amphiatlantisch verbreitet waren, was leicht erklärlich ist, da wir für diese Formation eine Landverbindung von Europa und Nordamerika annehmen. Dabei fehlt es aber nicht an isolierten Gattungen, 24 in Europa, 29 in Nordamerika, davon im Karbon 20 bezw. 25, so dass hierbei Nordamerika eine kleine Überlegenheit besitzt. Selbst ganze Familien finden sich nur in einem Kontinente, wie wir ähnliche Verhältnisse auch im unteren Tertiär bei den Plazentaliern finden. So sind die devonischen Xenoneuriden und die karbonischen Mylacrinen amerikanisch, dagegen sind die Hemipteroiden auf Europa beschränkt. Noch älter als die fossil erhaltenen Paläodictyopteren sind wahrscheinlich die Thysanuren, die als mutmassliche Stammform bis ins Kambrium zurückgehen dürften und sich in diesem von Myriopoden abgezweigt haben müssen. Während die Insektenordnungen im Paläozoikum noch wenig voneinander sich unterscheiden, ist die Differentiation bei den Arachniden viel früher und intensiver erfolgt. Alle Ordnungen dieser Klasse müssen schon im Paläozoikum sich entwickelt haben. Eine wichtige Stammgruppe bilden die Skorpionen, deren moderne Vertreter zwar erst seit dem Oligozän fossil bekannt sind, von denen aber die Anthracoskorpione vom Silur bis zum Karbon lebten. Auch unter diesen finden wir eine amphiatlantische karbonische Gattung. Die Entwicklung der Ordnung und damit auch der ganzen Klasse muss also ebenfalls ins Kambrium zurückverlegt werden, in dem sie sich, wie die Insekten, von den Myriopoden abzweigte. Vor dem Karbon haben sich von den Skorpionen abgetrennt die Pedipalpen, die Anthracomarten und vielleicht auch die Opilionen und die Chelonethen, die ersten im Karbon durch Reste vertreten; dabei ist die Pedipalpengattung eben so wie zwei Gattungen der Anthracomarten amphiatlantisch, was bei den geringen transmarinen Verbreitungsfähigkeiten der Skorpione sehr wesentlich für

---

[1]) Zittel, Handbuch I, 2. S. 823—824.

Stammbaum der Arthropoden u. Anneliden.

Entwicklungsgebiete:
NA - Nordatlantischer Kontinent.
E - Europa.
As - Nordasien.
Na - Nordamerika.

Annelida. Merostomata. Malacostraca. Entomostraca. Myriopoda. Arachnoidea. Insecta. Malacopoda.

chaetopodes, hirudinae, xiphosura, stomatopoda, brachyura, anomura, macrura, cumacea, schizopoda, isopoda, amphipoda, leptostraca, phyllopoda, ostracoda, cirripedia, copepoda, pauropoda, chilognatha, chilopoda, chelonethi, pedipalpi, scorpiones, opiliones, araneae, acari, pantopoda, linguatulidae, coleoptera, orthoptera, pseudoneuroptera, hemiptera, neuroptera s. str., lepidoptera, hymenoptera, diptera, thysanura, peripatidae

trilobitae, gigantostraca, decapoda macrura, archipolypoda, protosyngnatha, anthracomarti, coleopteroidea, hemipteroidea, palaeodictyoptera(?), neuropteroidea, anthracoscorpii, orthopteroidea, promyriopoda, schizopoda, leptostraca, thysanura

Quartär, Tertiär, Kreide, Jura, Trias, Perm, Carbon, Devon, Silur, Cambrium, Algonkium

Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig.

die aus anderen Gründen angenommene Landverbindung spricht. Daneben fehlen aber auch nicht spezielle Familien in beiden Kontinenten, wie gleiches auch bei den Skorpionen gilt. Bei diesen handelt es sich aber um silurische Formen. Dieses Vorkommen von Skorpionen zu beiden Seiten des Ozeans beweist, dass auf irgend eine Weise eine Verbindung bestanden haben muss. Jedenfalls hat die im Devon vorhandene Landbrücke zwischen Europa und Nordamerika bereits im Obersilur bestanden, da der europäische Palaeophonus erst in diesen Schichten auftritt, während der amerikanische Proscorpius etwas älter ist. Die Entwicklung der Skorpione scheint also von Nordamerika ausgegangen zu sein, und hier haben auch die karbonischen Skorpione sich entwickelt, die an Proscorpius sich näher anschliessen als an Palaeophonus. Doch sind im Karbon bereits die Gattungen gleichmässig verteilt, ebenso wie bei den verwandten Ordnungen. Im Silur haben sich wahrscheinlich die Araneinen abgezweigt, und zwar mag dies in Nordamerika stattgefunden haben. Im Karbon finden wir zwei Gattungen der Territelarier in Europa, während wir die meisten andern Familien erst aus dem Bernstein kennen. Die Acariden haben sich wohl schon vor dem Karbon isoliert, mögen sie nun nach Häckel direkt oder nach Carpenter indirekt von den Araneinen sich abgezweigt haben. Noch älter dürften die Pantopoden und die Linguatuliden sein, die vielfach gar nicht zu den Arachniden gerechnet werden. Ihre Abzweigung muss daher bereits im Kambrium erfolgt sein, wenn wir auch von ihnen fossile Reste nicht kennen.

Die ältesten Reste der Myriopoden finden sich im nordamerikanischen Devon. Nach dem eben Gesagten müssen sie aber mindestens im Kambrium gelebt haben, jedenfalls gehen sie sogar bis ins Algonkium zurück, in dem sie an Peripatus-ähnliche Formen sich anschlossen. Im Karbon lebten bereits zwei Ordnungen, deren direkte Fortsetzungen die rezenten Chilognathen (Diplopoden) und Chilepoden sind. Von den Vorfahren der ersten, von den Archipolypoden haben vermutlich die Protosyngnathen sich abgezweigt. Auch die Ausbildung der Pauropoden dürfte noch ins Paläozoikum fallen, wenn auch keine fossilen Reste dieser Ordnung gefunden worden sind.

Die Crustaceen müssen früher als die durch Tracheen atmenden Arthropoden von der gemeinsamen Wurzel sich losgelöst haben, da sie den Stammformen in vieler Beziehung am nächsten stehen. Zuerst mögen sich Nauplius-artige Formen entwickelt haben. Von den fossil erhaltenen Ordnungen ist die älteste und altertümlichste die der Trilobiten, die bereits im untersten Kambrium reich entwickelt sind, so dass die Bildung der Crustaceen mindestens weit ins Algonkium, vielleicht sogar in die Urschieferformation zurückgehen muss. Als pelagische Tiere, die zum Teil aber auch in abyssische Tiefen hinabstiegen, sind die Trilobiten bald universell verbreitet, wir kennen Reste von ihnen aus allen Erdteilen, wenn auch die meisten im holarktischen Gebiete

sich fanden. So kennen wir aus Südamerika Agnostus, Olenus, Arionellus und Homalonotus, letzteren mit Olenus auch aus dem Kaplande, aus Australien Onycopyge und Conocephalus, aus Indien Cheirurus und Illaenus, alles silurische, zum Teil sogar kambrische Gattungen. Ferner sind zahlreiche Gattungen Europa und Nordamerika gemeinsam. Alle Familien sind amphiatlantisch mit Ausnahme der Bohemilliden, deren einzige monotype Gattung allein in der Etage D des böhmischen Beckens sich findet. Erwähnt sei weiter, dass die kambrischen Schichten von China in ihrer Fauna grosse Übereinstimmung mit Nordamerika zeigen; alle fünf durch v. Richthofen nachgewiesenen Gattungen aus den Familien der Agnostiden, Oleniden und Conocephaliden finden sich auch in Nordamerika, eine Gattung Dorypyge ist sogar auf die beiden Lokalitäten beschränkt. Dies spricht für die kambrische Existenz des nordpazifischen Ozeans. Überhaupt müssen in Kambrium und Silur die Trilobiten sich besonders leicht im Norden haben ausbreiten können, da die Reste von Grossbritannien, Skandinavien und Russland zu den nordamerikanischen engere Beziehungen aufweisen, als zu den mittel- und südeuropäischen, so dass also in Europa eine ostwestlich streichende Schwelle vielleicht kontinentaler Natur das nordische von dem mediterranen Becken getrennt haben muss. Den Stamm der Trilobiten, die im Perm ausstarben, setzten die Merostomata fort. Deren beide Ordnungen sind bereits seit dem Silur bekannt. Da die Gigantostracen schon im unteren Silur sich finden, muss deren Entwicklung bereits ins Kambrium fallen. Im Silur überwiegen nordamerikanische Gattungen, doch finden sich in der Etage D von Böhmen schon mehrere Arten von Pterygotus, das Ursprungsland der Ordnung lässt sich infolgedessen nicht feststellen. Nach dem Silur ist sie nur in Europa bekannt. Die Xiphosuren dagegen treten zunächst ausschliesslich in Europa auf, erst im Karbon sind sie in Nordamerika nachgewiesen. Die übrigen Crustaceenunterklassen müssen noch früher, etwa im Algonkium sich von den Trilobiten abgezweigt haben. Von ihnen zeigen die Leptostracen den primitivsten Charakter[1]), die bis zum Kambrium zurück bekannt und im Silur bereits wie schon erwähnt durch 14 Gattungen vertreten sind. Diese sind wie die kambrischen ausschliesslich europäisch, erst im Devon erscheinen amerikanische Gattungen, zwei derselben, beide zu den Dipterocarinen gehörig, sind amphiatlantisch. Von den Leptostracen haben schon im Algonkium die Entomostracen sich abgezweigt. Die den Leptostracen am nächsten stehenden Phyllopoden sind allerdings erst seit dem Devon durch die noch lebende Estheria vertreten, dagegen finden sich von den Ostracoden im Kambrium bereits zwei Familien mit vier Gattungen vertreten, während das Silur 5 Familien mit 24 Gattungen aufweist, die die jetzigen an Grösse weit übertreffen und alle schon weit spezialisiert sind, so dass wir den Höhepunkt der Ostracodenent-

---

1) Carpenter, Proc. Roy. Ir. Ac. 1903. p. 353.

wicklung bereits im Silur sehen müssen. Im Kambrium sind sie rein europäisch, dies spricht also wie die Verbreitung der Leptostracen für einen paläarktischen Ursprung. Im Silur haben sie dagegen Nordamerika erreicht. Die Cirripedier treten im unteren Silur von Europa und Nordamerika auf, zeigen also in dieser Formation dieselbe Verbreitung wie die Ostracoden, was einem europäischen Ursprunge wenigstens nicht widerspricht. Sonst fehlen allerdings paläozoische Cirripedier vollständig. Erst im Keuper erscheinen die Lepadiden wieder, die Balaniden und Verruciden dagegen treten sogar erst in der Kreide auf. Wie von dieser Ordnung aus mehreren Formationen alle Reste fehlen, in denen sie zweifellos gelebt haben muss, so fehlen alle fossilen Reste von den Copepoden. Trotzdem müssen wir annehmen, dass diese ungefähr von gleichem Alter sind wie die anderen Entomostracen. Von den Malacostracen schliessen an die Leptostracen zunächst die fossil nicht vertretenen Schizopoden sich an, von denen vorsilurisch die Arthrostracen sich abgezweigt haben, von denen zunächst nur in Europa Isopoden sich finden. Die Amphipoden erscheinen dagegen im Karbon gleichzeitig in Nordamerika und Europa; die devonischen und silurischen Reste sind wenigstens sehr problematisch. Ebenfalls im Karbon begegnen wir den ältesten Stomatopodenreste, doch müssen wir nach Carpenter und Häckel deren Ursprung im Silur annehmen, ebenso wie den der Cumaceen, da die zuletzt abgezweigten Dekapoden bereits im Oberdevon lebten, und zwar ist diese Ordnung zuerst in Nordamerika vertreten, so dass sie sich hier entwickelt haben könnte. Übrigens ist nur eine Unterfamilie paläozoisch.

§ 121. **Mollusken**[1]. Dass von den Cephalopoden die eigentlichen Ammonoideen nur in Indien ins Paläozoikum hereinreichen, wurde schon erwähnt. Dagegen sind die Goniatiden rein paläozoisch. Die jüngsten Vertreter sind indisch, die ältesten finden sich in Mitteleuropa, während sie im Devon und Karbon auch in Nordamerika zahlreich vertreten sind. In ihnen scheinen die verschiedenen Ammonoidenäste bereits auseinander zu gehen, so finden sich hier die wahrscheinlichen Vorgänger der Arcestiden, Lytoceratiden, Pinacoceratiden und Tropitiden[2], die alle spätestens in der Trias auftreten. Ob die nur im Oberdevon auftretenden Clymeniden wirklich als ein unfruchtbarer Seitenast der Goniatiden anzusehen sind, als welcher sie im hintenstehenden Stammbaum erscheinen, ist zweifelhaft, Mojsisovics und Hoernes suchen wenigstens die trachyostracen Ammonoideen von ihnen herzuleiten[3]. Auffällig bleibt aber dabei das vollständige Fehlen von Bindegliedern

---

[1] Stammbaum (Fig. 7) nach Häckel, Phylogenie, Zittel, Handbuch und K. Grobben, Zur Kenntnis der Morphologie, der Verwandtschaftsverhältnisse und des Systems der Mollusken. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien 1894. Bd. 103, 1. Abt. S. 61—86.

[2] S. S. 346.

[3] Hoernes, Elemente der Paläontologie. 1884. S. 355.

im Karbon, das doch gute Bedingungen für die Erhaltung der Cephalopoden liefert. Die Goniatitiden mögen im Anfang des Silur oder am Ende des Kambrium von den Orthoceratiden sich abgezweigt haben; doch sind sie wohl nicht die Nachkommen von Bactrites, wie Häckel will, da diese Gattung bis zum Devon lebt, diese Gattung mag vielmehr ein den Goniatitiden nahestehender Zweig sein, der in der bereits im Kambrium vorkommenden Gattung Orthoceras wurzelt. Da die ältesten Goniatiden wie Orthoceras europäisch sind, liegt die Vermutung an einen europäischen Ursprung aller Ammonoideen nahe.

Gleiches gilt bei den Nautiliden, die ebenfalls im Silur und zwar bereits in der unteren Abteilung auftreten. Einen noch älteren, schon im Unterkambrium abgezweigten europäischen Seitenast bilden die Cyrtoceratiden, deren eponyme Gattung vom Oberkambrium bis zum Zechstein häufig vorkommt. Die Cephalopoden haben sich wahrscheinlich schon im Algonkium von den anderen Mollusken getrennt, von denen sie in verschiedenen Beziehungen wesentlich abweichen.

Unter den Glossophoren Fischers treten die Pteropoden bereits im Kambrium auf und sind im Silur und Devon ziemlich zahlreich und weit verbreitet, was bei pelagischen Tieren ganz natürlich ist. Dagegen werden sie bis zum Lias immer seltener, um dann erst im Eozän wieder aufzutauchen. Es fallen nämlich auf diese Formationen:

Lias	1 Gattung	mit 1 Art.
Trias	1 „	„ 1 „
Perm	2 Gattungen	„ 3 Arten.
Karbon	2 „	„ 6 „

Dagegen weisen allein die beiden hier in Betracht kommenden Gattungen im Devon 26, im Silur 131 Arten auf. Ausserdem lebten aber nach Zittel im Devon noch 6, im Silur noch 11 andere Gattungen. Übrigens weichen diese paläozoischen Pteropoden meist wesentlich von den modernen ab. Merkwürdig ist aber, dass von zwei lebenden Gattungen Styliola und Cleodora, die sonst erst seit dem Oligozän und Miozän bekannt sind, sich Reste im Devon und bei Styliola sogar im oberen Silur gefunden haben. Da nun die Pteropoden jedenfalls von Opisthobranchiern abzuleiten sind, so muss auch diese Gastropodenordnung mindestens von kambrischem Alter sein, wenn auch die fossilen Reste derselben nur bis zum Karbon zurückreichen. Etwas später haben die Pulmonaten sich abgezweigt, von denen die Basommatophoren einen silurischen Vertreter (Hercynella) in Europa, der den Opisthobranchiern noch sehr nahe steht, die aus ihnen hervorgegangenen Stylommatophoren zwei karbonische (Pupa, Zonites) in Neuschottland besitzen. Sonst fehlen aber die Pulmonaten und Opisthobranchier im Paläozoikum merkwürdigerweise gänzlich, und die ersteren scheinen ihre kosmopolitische Verbreitung erst im Mesozoikum erlangt zu haben. Noch älter als diese beiden Ordnungen müssen die Prosobranchier sein, die schon seit dem Kambrium bekannt und als Vorgänger der anderen Gastropoden anzu-

Nautiloidea. – Decapoda. Ammonoidea. Octopoda. Pteropoda. Gastropoda. Scaphopoda. Siphonida. Asiphonida. Amphineura.

Qu. T.
Kreide
Jura
Trias
Perm
Carbon
Devon
Silur
Cambrium
Algonkium

nautilidae, chondrophora, phragmophora, sepiophora, orthoceratidae, cyrtoceratidae, prophragmophora, goniatitidae, latisellati, angustisellati, octopoda, pteropoda, opisthobranchia, basommatophora, stylommatophora, heteropoda, taenioglossa, rhachiglossa, toxiglossa, clymenidae, ctenobranchia, orthoceratidae, xenobranchia, scutibranchia, cyclobranchia, solenoconchae, sinupalliata, solenomyidae, integripalliata, homomyaria, aetheriidae, najadidae, cardiniidae, monomyaria, ostreidae, heteromyaria, nuculidae, solenogastres, placophora, heteromyaria, placophora, Amphineura

E, J, E, Na, E, E, E, E, E, E, E

Stammbaum der Mollusken.

Entwicklungsgebiete:
E - Europa.
Na - Nordamerika.
J - Indien.

Lith. Anst. v. Julius Klinkhardt Leipzig
Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig.

Dr. Th. Arldt, Kontinente. Fig. 7.

sehen sind. Ihre wahrscheinliche Entwicklung ist aus dem Stammbaum der Mollusken zu ersehen. Ob freilich die Heteropoden wirklich erst in der Kreide aus den Tänioglossern hervorgegangen sind, erscheint fraglich. Die letzteren sind ebenfalls bereits seit dem Kambrium bekannt, doch sind die Janthiniden, an die Häckel sie direkt anschliesst, sogar erst seit dem Pliozän fossil. Die kambrischen Gastropoden sind alle auf England und Nordamerika beschränkt, wieder ein Beweis für die Annahme eines die nordischen und die mediterranen Gewässer scheidenden Kontinentes, auf die wir bei der Betrachtung der Verbreitung der Trilobiten gekommen waren. Im Silur dagegen haben die Gastropoden sich schon weit verbreitet. Einen selbständigen, den vereinigten Pteropoden und Gastropoden gleichwertigen Zweig, der auch seit dem Algonkium selbständig sein dürfte, bilden die Scaphopoden, deren litorale bis abyssische Vertreter fossil schon seit dem Silur bekannt sind, und zwar schliessen diese Reste sich an die rezente Gattung Dentalium an, so dass diese Unterklasse einen sehr konservativen Molluskenast repräsentiert. Noch weit älter müssen die Placophoren sein, die von allen Mollusken die einfachste Struktur besitzen und zuerst aus der gemeinsamen Wurzel sich losgelöst haben müssen. Auch bei ihnen reicht Chiton bis zum Silur zurück. Die ältesten Vertreter finden wir in Kanada, Irland und Wales. Da die Placophoren Seichtwassertiere sind[1]), so mögen sie sich vielleicht an den Küsten eines transatlantischen Kontinentes ausgebreitet haben, wenn sie nicht damals schon Kosmopoliten waren. Doch spricht dagegen ihr Fehlen in Böhmen, das doch sonst an Fossilien so reich ist.

Unter den Lamellibranchiaten geht keine Familie bis ins Kambrium zurück, doch müssen sie schon weit früher existiert haben, da im Silur schon alle Unterordnungen mit 14 Familien vertreten sind, so dass also die Differentiation bereits sehr weit vorgeschritten ist. Als älteste Gruppe sehen wir nach Häckel die Homomyarier an und zwar im engeren Sinne die Nuculiden. Von diesen zweigten zunächst die Integripalliaten mit Solemya-ähnlichen Formen sich ab. Die Solemyiden selber erscheinen aber erst im Devon. Vor ihnen hatten schon die Sinupalliaten sich entwickelt. Aus den Homomyariern gingen die Heteromyarier und aus diesen die Monomyarier hervor. Unter den Homomyariern haben wir den Nayadidenzweig bis zu den Cardiniiden rückwärts verfolgt. Deren karbonisch-permische Brackwassergattung Anthracosia ist amphiatlantisch, hat sich also jedenfalls an den Küsten des nordatlantischen Kontinentes verbreitet, die Familie geht sogar bis ins Devon zurück. Noch älter ist der Trigoniidenzweig; die seit dem Lias vorkommende Trigonia wie die kretazeische Remondia aus Südafrika und Mexiko scheinen aus der triasischen Myophoria sich entwickelt zu haben, und deren Vorläufer ist die karbonisch-permische Gattung Schiz-

[1]) P. Fischer, Manuel de Conchyologie ou histoire naturelle des mollusques vivants et fossiles. Paris 1881. p. 182 ff.

odus. An diese schliessen die devonische Curtonotus und die silurische Lyrodesma sich an, erstere schon das charakteristische Trigonienschloss zeigend, letztere noch mit weniger differentiierten Zähnen. Auf das hohe Alter der Nuculiden ist schon hingewiesen worden, 6 Gattungen von ihnen sind aus dem Silur bekannt, darunter drei noch lebende Gattungen. Auch die Arciden haben schon im Silur in zwei Unterfamilien mit 7 Gattungen sich gespalten. Die Arciden scheinen der Wurzel der Heteromyarier nahe zu stehen, besonders besitzen sie Ähnlichkeit mit den ebenfalls seit dem Silur bekannten Mytiliden. Die älteste Familie dieser Gruppe scheinen aber die Aviculiden zu bilden, von denen nach Ihering die Monomyarier sich abgezweigt haben. Diese Familie ist bereits im Silur kosmopolitisch verbreitet. Auch die Integripalliaten sind schon früh vielseitig entwickelt, während die Sinupalliaten im Paläozoikum nur spärlich vertreten sind, im Silur nur die Pholadomyiden, doch fehlt diesen noch die charakteristische Mantelbucht, die erst seit der Trias auftritt. Wir geben im folgenden eine Zusammenstellung der Verteilung der Familien und Unterfamilien der einzelnen Gruppen nach Prozenten, wobei die eingeklammerten Zahlen bei den Sinupalliaten den Prozentsatz bei Einrechnung einiger zweifelhafter Formen angeben.

	Homomyaria.	Heteromyaria.	Monomyaria.	Integripalliata.	Sinupalliata.
Familien u. Unterfam.	7	7	5	14	14
Rezent	86 %	86 %	100 %	86 %	100 % aller Familien.
Tertiär	71 „	86 „	100 „	93 „	100 „
Kreide	71 „	86 „	100 „	79 „	86 „
Jura	71 „	86 „	100 „	64 „	86 „
Trias	86 „	71 „	100 „	57 „	64 (71) %
Perm	71 „	71 „	60 „	57 „	29 (43) „
Karbon	71 „	86 „	60 „	57 „	29 (43) „
Devon	71 „	86 „	40 „	57 „	14 (29) „
Silur	57 „	57 „	20 „	36 „	7 (14) „

Wir sehen, dass bei den meisten Gruppen der Prozentsatz beständig steigt, aber in sehr verschiedenem Tempo. Die verhältnismässig späte Differentiierung der Monomyarier und besonders der Sinupalliaten tritt deutlich aus den Zahlen hervor.

§ 122. **Echinodermen**[1]). Während drei der vier höchststehenden Äste des Tierreichs, die Chordazoen, Arthropoden und Mollusken zum mindesten teilweise, meist vorwiegend kontinental sind, ist der vierte, der der Echinodermen rein marin. Aber viele hierher gehörigen Tiere leben im seichten Wasser. Am meisten weichen die Holothurien von den übrigen Echinodermen ab, diese zur Fossilisation wenig geeigneten Tiere mögen sich daher sehr früh abgezweigt haben. Ziemlich genau können wir die Entwicklung der Echinoiden verfolgen, die allerdings in der Hauptsache im Mesozoikum erfolgte, und die im hinten-

1) Stammbaum (Fig. 8) nach Häckel und Zittel.

Stammbaum der Echinodermen.

Holothurioidea. Ophiuridae. Stelleridae. Eucrinoidea. Cystoidea. Blastoidea. Regulares. Gnathostomata. Atelostomata.

Quartär
Tertiär
Kreide
Jura
Trias
Perm
Carbon
Devon
Silur
Cambrium
Algonkium

holothurioidea
euryaleae
ophiureae
asteriae
encrinasteriae
articulata
tessalata
costata
cystoidea
blastoidea
echinothuridae
cidaridae
salenidae
diadematidae
echinidae
polypori
oligopori
conoclypeidae
clypeastrinae
holasteridae
spatangidae
cassidulidae
anaulocidaris
cocidaris
hemicidaris
propygasteridae
perischoechinidae
cystocidaridae
bothriocidaridae
Palechinoidea
platanaster
eocystella
procystoidea

Lith. Anst. Julius Klinkhardt, Leipzig.
Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig.
Dr. Th. Arldt, Kontinente. Fig. 8.

stehenden Stammbaum schematisch dargestellt ist. Die Irregularen sind erst seit dem Lias fossil bekannt; leiten sie sich von den silurischen Cystocidariden ab, wie es Zittel vermutet, so fehlen freilich sehr viele Zwischenglieder. Immerhin ist dies nicht besonders auffällig, da diese Ordnung in den älteren Formationen überhaupt nur wenig Gattungen besitzt, so dass die wenigen Formen leichter unentdeckt geblieben sein können, wie die folgende Zusammenstellung zeigt, in der neben die Irregularen zum Vergleich auch die Regularen gestellt sind. Es entfallen an Gattungen und Prozenten auf die

	Irregulares:	Regulares:
Tertiär	57 Gatt. = 68 %	27 Gatt. = 32 %
Kreide	42 „ = 58 „	30 „ = 42 „
Jura	17 „ = 36 „	30 „ = 64 „
Malm	14 „ = 37 „	24 „ = 63 „
Dogger	10 „ = 38 „	16 „ = 62 „
Lias	4 „ = 33 „	8 „ = 67 „
Trias	0 „ = 0 „	2 „ = 100 „

Die Regularen dagegen gehen sicher ins Perm, wahrscheinlich bis ins Karbon zurück und haben sich etwa im Anfange dieser Formation von den Palechinoiden abgezweigt, die in Europa bis zum Perm und Keuper weiter lebten, während sie in Nordamerika mit dem Karbon verschwinden. Da die Palechinoiden im untersten Silur schon den charakteristischen Echinidentypus zeigen, so müssen sie sich bereits früh im Kambrium von den Urechinodermen abgezweigt haben. Gleiches gilt auch von den anderen Echinodermenklassen. Die Asteroideen gehen sogar bis ins Kambrium zurück und sind im Silur bereits in drei Gruppen vertreten, die bereits fast die modernen Typen vertreten. Nur die Stelleriden im engeren Sinne erscheinen erst im Devon. Ebenfalls bis ins Kambrium reichen die Crinoideen oder Pelmatozoen durch die Cystoideen zurück, die von allen Echinodermen der gemeinsamen Stammform am nächsten kommen dürften. Wenn wir auch unter ihnen nicht die direkten Vorfahren der anderen Klassen suchen dürfen, so finden wir doch wenigstens Übergangstypen, die den anderen Zweigen nahe stehen. Im folgenden sind nach Zittel die wichtigsten Gattungen zusammengestellt, die solche Ähnlichkeiten aufweisen. Es zeigen Beziehungen zu den

Eucrinoidea.	Blastoidea.	Asteroidea.	Echinoidea.
	Rhombifera:		
Pleurocystites.	Codonaster.		Echinosphaerites.
Porocrinus.	Cystoblastus.		
Caryocrinus.	Callocystites.		
Hemicosmites.	Lepadocrinus.		
Comarocystites.			
	Diploporitidae:		
	Asteroblastus.	Sphaeronites.	
	Aporitidae:		
Cryptocrinus.		Agelacrinus.	
		Edrioaster.	

Besonders eng sind die Beziehungen zwischen Cystoideen und Blastoideen hauptsächlich durch Codonaster. Die Blastoideen müssen sich also zuletzt von den Cystoideen getrennt haben. Vielseitig sind auch noch die Ähnlichkeiten mit den Crinoideen i. e. S., deren Ent stehung aber schon früh im Kambrium stattgefunden haben muss, da im Silur schon 23 Familien der Tessalaten, d. h. 88% derselben, 68% aller Eucrinoideenfamilien überhaupt, auftreten, und das Silur das Maximum der Crinoidenentwicklung aufweist, indem im Devon nur 17, im Karbon 13, im Perm 2 Tessalatenfamilien nachgewiesen sind. Wir müssen demnach annehmen, dass die Gruppe schon im Kambrium blühte. Noch auffälliger wird das Übergewicht bei den Gattungen. Es besitzen unter Einschluss der Gattungen von unsicherer systematischer Stellung das Silur 87 (= 55%), Devon 48, Karbon 55, Perm 2 Gattungen. Berechnen wir den Prozentsatz der Familien und Gattungen, bezogen auf die Zahl der silurischen, so ergeben sich die Werte:

	Familien:	Gattungen:
Perm	9%	2%
Karbon	57 „	63 „
Devon	74 „	55 „
Silur	100 „	100 „

die die oben aufgestellte Behauptung beweisen. Viel weniger ausgeprägt ist der Übergang zu den Asteroideen und fast gar nicht zu den Echinoideen, die deshalb schon sehr früh selbständig geworden sein müssen, die ersten ja auch wegen ihrer kambrischen Reste. Die Crinoideen waren jedenfalls wie ihre jetzt lebenden Vertreter pelagische Tiere und sind infolgedessen weit verbreitet. Daher sind von den Tessalatenfamilien auch 77% amphiatlantisch; eine dieser Familien findet sich auch in Indien. Ebenso sind die Cystoideen (87% der Familien sind amphiatlantisch) und Blastoideen weit verbreitet, wenn es auch bei allen Gruppen nicht an streng lokalisierten Formen fehlt.

§ 123. Würmer[1]**.** Der Kreis der Würmer ist phylogenetisch und paläogeographisch sehr wichtig, leider fehlen uns bei ihm die paläontologischen Reste fast völlig. Nur von den marinen Anneliden gehen Reste bis ins Kambrium zurück. Diesen müssen die Urarthropoden nahe stehen, da diese jedenfalls aus in Wasser lebenden Tieren sich entwickelt haben, wie die Ontogenie einiger der niedrigststehenden Insekten, der Pseudoneuropteren, beweist. Aus den Polychäten haben sich jedenfalls auch schon sehr früh die Oligochäten entwickelt, während die Hirudinen noch eher sich abgezweigt haben müssen. Die Anneliden im ganzen gehen auf Rotiferen zurück, die überhaupt den Stammtypus der bilateralen Metazoen repräsentieren. Aus ihnen sind auch die Amphineuren, die Urcystoideen und zuletzt die Urchordazoen hervorgegangen. Diese

[1]) Stammbaum (Fig. 9) nach Häckel, Zittel, Carpenter, Grobben.

Stammbaum der Tiere besonders der Würmer, Coelenteraten u. Protozoen.



Abzweigungen müssen z. T. im Algonkium, z. T. schon in der Urschieferformation erfolgt sein. In der letzteren, aber in einem früheren Abschnitte haben die Gephyreen sich ausgebildet, die in mancher Beziehung Ähnlichkeit mit den Echinodermenlarven besitzen. Die gewöhnlich zu ihnen gezählten Enteropneusten dagegen weisen nach Häckel Beziehungen zu den Chordazoen auf. Von den Gephyreen haben sich jedenfalls zwei Klassen abgezweigt, die vielfach als Mollusken oder Molluskoiden bezeichnet werden. Die ältere von ihnen bilden die Brachiopoden, die im untersten Kambrium erscheinen und bis in die Jetztzeit ausdauern, dabei ausserordentlich konservativ ihren Typus behauptend, leben doch die Lingula und Discina seit dem Kambrium, Crania, Discinisca und Rhynchonella seit dem Silur. Die Gattungen und Untergattungen verteilen sich folgendermassen auf die einzelnen Formationen:

	Cm.	Si.	De.	Cb.	P.	Tr.	Ju.	Kr.	T.	Rec.	
Apygia (107)	1	42	41	29	15	17	22	19	9	18	Gattungen.
Pleuropygia (34)	9	26	7	4	4	4	5	5	4	5	„

Wir sehen hieraus, dass die Maximalentwicklung der Pleuropygier früher einsetzte und stärker war, als die der Apygier, indem folgendes die Prozentzahlen der einzelnen Formationen sind:

	Cm.	Si.	De.	Cb.	P.	Tr.	Ju.	Kr.	T.	Rec.
Apygia	1	39	38	27	14	16	21	18	8	17%
Pleuropygia	27	76	21	12	12	12	15	15	12	15%

Der konservativere Charakter, die lange Lebensdauer vieler Gattungen der Pleuropygier dokumentiert sich in dem höheren mittleren Prozentsatz, der 23% beträgt gegen 20% bei den Apygiern. Immerhin kommen auch bei den letzteren noch doppelt soviel Gattungen auf eine Formation als es der Fall sein würde, wenn jede Gattung auf eine Formation beschränkt wäre. Die Spaltung der Brachiopoden muss bereits vor dem Kambrium erfolgt sein. Doch haben die Apygier sich jedenfalls nicht lange vor Beginn dieser Periode von den Pleuropygiern abgezweigt, während die Ausbildung der Brachiopoden mindestens im unteren Algonkium erfolgt sein muss, da einzelne Reste von Lingula und Discina jedenfalls schon dem Algonkium angehören. Als pelagische Tiere sind sie früh weitverbreitet, sehr viele ihrer Gattungen sind amphiatlantisch.

Etwas später als die Brachiopoden haben vielleicht die Bryozoen sich von den Gephyreen abgezweigt, deren älteste Formen im Silur auftreten. Leider sind nur die beiden Gruppen der Cyclostomen und Cheilostomen fossil vertreten. Die ersten sind bereits im Silur stark entwickelt, indem sie durch 6 Familien mit 35 Gattungen vertreten sind. Drei Familien sind ganz, eine fast ausschliesslich auf das Paläozoikum beschränkt. Die 49 kretazeischen Gattungen, die das Maximum der Entwicklung der Gruppe darstellen, gehören meist im Silur noch nicht vor-

kommenden Familien an. Die Cheilostomen dagegen besitzen im Silur und Devon nur sehr zweifelhafte Reste der rezenten Gattung Hippothoa. Sonst findet sich Eschara erst im Dogger, während die übrigen in der Kreide erscheinen. Hiernach scheinen die beiden Gruppen bereits im Kambrium auseinander gegangen zu sein. Dann muss aber die Teilung in Gymnolämata und Phylactolämata und erst recht die in Ektoprocten und Endoprocten noch älter sein, so dass die Bryozoen mindestens Anfang Kambrium sich abgezweigt haben müssen, wenn nicht noch früher. Dass aus dem Kambrium keine Bryozoen bekannt sind, ist nicht verwunderlich, da es sich hier um Formen handelt, die zur fossilen Erhaltung nicht geeignet waren. Vielleicht haben schon in dieser frühen Zeit die Paludicelleen und Lophopeen sich an das Süsswasserleben angepasst.

Wie die Gephyreen dürften auch die Nemathelminthen bereits in der Schieferformation von den Rotiferen sich abgezweigt haben, die Platyhelminthes und zwar die Turbellarien müssen wir als die Vorgänger der Rotiferen ansehen. Die Trematoden und Cestoden sind ebenfalls aus den Turbellarien hervorgegangen, die Zeit dieser Verzweigung lässt sich nicht ermitteln, dagegen müssen die Rotiferen schon weit in die Schieferformation hineinreichen.

§ 124. Coelenteraten. Unter den Medusen finden sich die am einfachsten organisierten Formen, wie die geologisch ältesten Reste bei den Hydroiden, die wir deshalb als die Stammform derselben ansehen können. Sie erscheinen mit Dictyonema im obersten Kambrium, sind aber im Silur bereits durch mindestens drei Ordnungen vertreten, von denen die Graptolithen ganz auf das Silur beschränkt und in ihm massenhaft entwickelt sind. Die ältesten Reste von ihnen finden sich in Europa, bald aber haben sie Nordamerika und etwas später auch Australien erreicht. Von ihnen dürften schon sehr früh die Ctenophoren, Diskophoren und Siphonophoren sich abgezweigt haben. Allerdings haben nur die zweiten und auch erst seit dem Malm fossile Reste hinterlassen, doch ist das bei dem kaum erhaltungsfähigen Körper der Medusen nicht auffällig (s. Fig. 9).

Von den Diskophoren haben sich nach Häckel die Anthozoen abgezweigt. Da diese schon im Silur sehr differentiiert sind, so muss ihre Ausbildung beträchtlich weiter zurückliegen, ein zweifelhafter Actinienrest Palaeactis wird sogar schon aus dem Kambrium angegeben. Sicher sind dagegen im Silur vertreten die Alcyonarien mit 14 Gattungen, meist tabulaten Korallen, die Rugosen mit 45 Gattungen, die Hexakorallen mit 11 Gattungen. Da alle diese Gruppen schon im Untersilur vertreten sind, so müssen sie spätestens im Kambrium sich differentiiert haben, was natürlich einen noch früheren Ursprung der Anthozoen überhaupt bedingt. Die Alcyonarien sind im Silur schon in mindestens drei Familien vertreten und wir finden darunter die Tubiporen und die Pennatuliden, die die höchst differentiierten Zweige der Alcyonarien

darstellen. Wir können demnach erwarten, dass auch die anderen Familien bereits damals nicht fehlten, besonders nicht die Gorgoniden, von denen Häckel die genannten Familien ableitet, die aber fossil erst seit der Kreide vertreten sind. Die fossilen Zoantharien verteilen sich auf die Formationen folgendermassen:

	Gatt.	Si.	De.	Cb.	P.	Tr.	Ju.	Kr.	T.	Rec.	
Tetracoralla	(77)	47	30	30	1	—	—	—	—	2	Gattungen.
Inexpleta	(14)	7	5	3	1	—	—	—	—	2	"
Expleta	(65)	40	25	27	—	—	—	—	—	—	"
Hexacoralla	(357)	10	9	8	—	17	88	116	132	137	"
Poritidae	(34)	9	6	6	—	1	2	4	11	8	"
Fungidae	(59)	—	—	—	—	5	17	17	16	27	"
Astraeidae	(168)	—	1	1	—	11	57	74	64	52	"

Dies ergibt folgende Prozentsätze:

	Si.	De.	Cb.	P.	Tr.	Ju.	Kr.	T.	Rec.
Tetracoralla	60	38	38	1	—	—	—	—	3 %
Inexpleta	50	36	21	7	—	—	—	—	14 "
Expleta	62	38	42	—	—	—	—	—	— "
Hexacoralla	3	3	2	—	5	25	32	37	38 "
Poritidae	26	18	18	—	3	6	12	32	24 "
Fungidae	—	—	—	—	8	29	29	27	46 "
Astraeidae	—	1	1	—	7	34	44	38	31 "

Am frühesten erreichten die inexpleten Rugosen ihr Maximum, um dann rasch abzunehmen, während die expleten bis zum Karbon annähernd in gleicher Stärke sich behaupteten. Unter den Hexakorallen erreichen nur die Poritiden im Silur ihr erstes Entwicklungsmaximum, indem hier besonders die Alveoporinen stark entwickelt sind, aber auch die andern Unterfamilien nicht fehlen. Neben ihnen erscheinen als sehr alte Familien auch die Eupsammiden und die Pocilloporiden, welch letztere Häckel als die Stammform der andern Hexakorallen ansieht, doch sind sie erst seit dem Devon bekannt. Jedenfalls können aber alle ausser den genannten Familien auch zeitlich von ihnen abgeleitet werden, da ausser ihnen nur die Asträiden je eine devonische und karbonische Gattung besitzen, während die andern frühestens in der Trias erscheinen. Bemerkenswert ist das verschiedene Verhalten der Fungiden und Asträiden, indem die erstere Familie erst in der Jetztzeit ihr Maximum erreicht, während die Asträiden den Höhepunkt ihrer Entwicklung bereits seit der Kreidezeit überschritten haben. Die kleineren Familien stimmen in dieser Hinsicht mit den Fungiden überein.

Da unter den Spongien die Hexactinelliden bis ins Kambrium zurückgehen, so muss die Klasse mindestens im Algonkium sich entwickelt haben. Bereits in diesem haben sich wahrscheinlich die Hexactinelliden von Myxospongien abgezweigt, ebenso wie die Lithistiden, Tetractinelliden und Monactinelliden, von denen allerdings nur die ersten

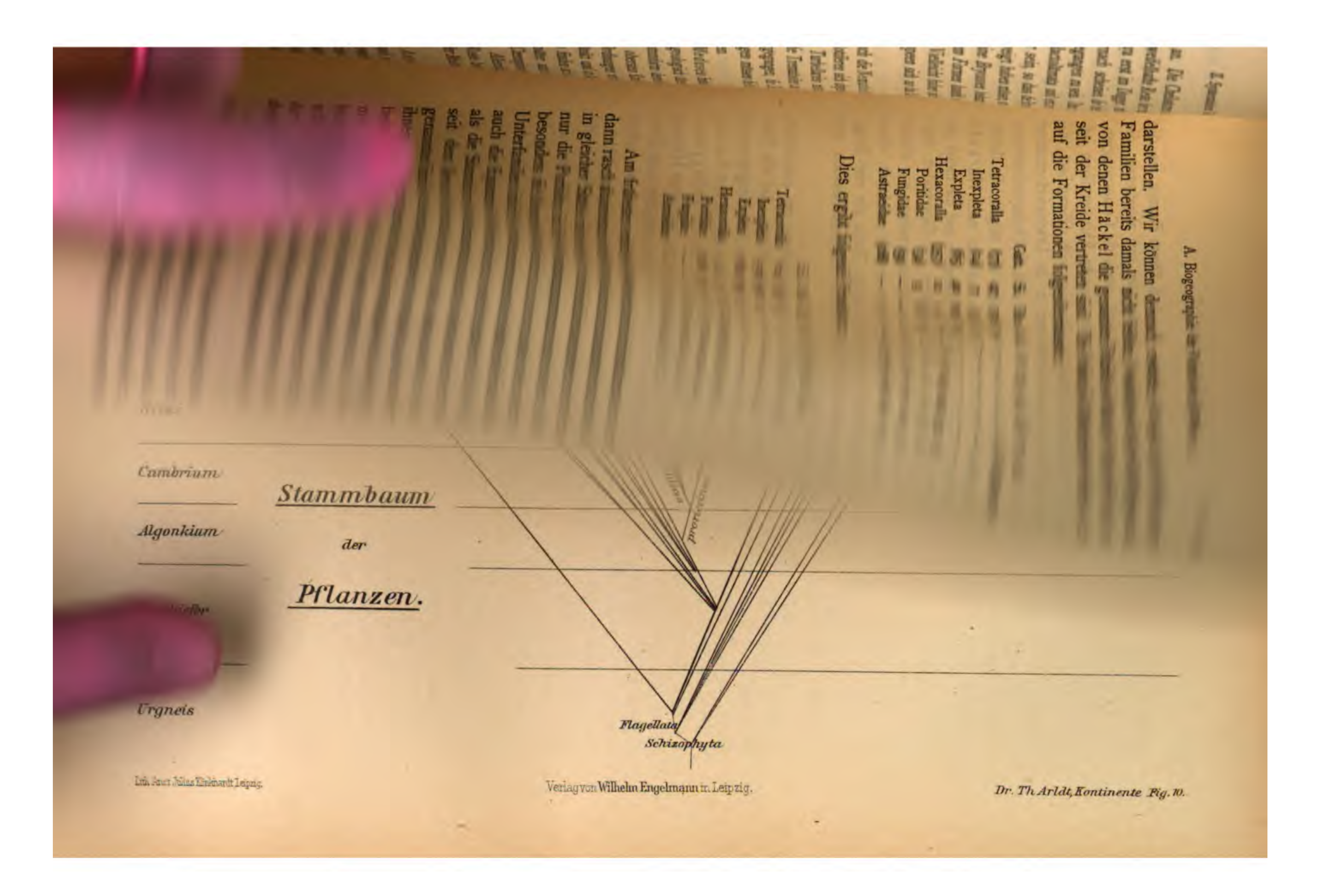


kommenden Familien an. Die Cheilostomen dagegen besitzen [illegible] und Devon nur sehr zweifelhafte Reste der rezenten Gattung [illegible] Sonst findet sich Eschara erst im Dogger, während die übrigen [illegible] Kreide erscheinen. Hiernach scheinen die beiden Gruppen bereits [illegible] Kambrium auseinander gegangen zu sein. Dann muss aber die Teilung in Gymnolämata und Phylactolämata und erst recht die in Entoprocten und Endoprocten noch älter sein, so dass die Bryozoen mindestens [illegible] fang Kambrium sich abgezweigt haben müssen, wenn nicht noch früher. Dass aus dem Kambrium keine Bryozoen bekannt sind, ist nicht verwunderlich, da es sich hier um Formen handelt, die zur fossilen Erhaltung nicht geeignet waren. Vielleicht haben schon in dieser frühen Zeit die Paludicelleen und Lophopeen sich an das Süsswasserleben angepasst.

Wie die Gephyreen dürften auch die **Nemathelminthen** bereits in der Schieferformation von den Rotiferen sich abgezweigt haben. Die **Platyhelminthes** und zwar die Turbellarien müssen wir als [illegible] Vorgänger der Rotiferen ansehen. Die Trematoden und Cestoden [illegible] ebenfalls aus den Turbellarien hervorgegangen, die Zeit dieser Abzweigung lässt sich nicht ermitteln, dagegen müssen die Rotiferen [illegible] weit in die Schieferformation hineinreichen.

§ 124. **Coelenteraten.** Unter den **Medusen** finden sich die einfachsten organisierten Formen, wie die geologisch ältesten Reste, den Hydroiden, die wir deshalb als die Stammform derselben ansehen können. Sie erscheinen mit Dictyonema im obersten Kambrium, aber im Silur bereits durch mindestens drei Ordnungen vertreten, denen die Graptolithen ganz auf das Silur beschränkt und in ihm [illegible] haft entwickelt sind. Die ältesten Reste von ihnen finden sich in [illegible] bald aber haben sie Nordamerika und etwas später auch A[illegible] erreicht. Von ihnen dürften schon sehr früh die Ctenophoren [illegible] phoren und Siphonophoren sich abgezweigt haben. Allerdings [illegible] nur die zweiten und auch erst seit dem Malm fossile Reste h[illegible] doch ist das bei dem kaum erhaltungsfähigen Körper der Me[illegible] auffällig (s. Fig. 9).

Von den Diskophoren haben sich nach **Häckel** die A[illegible] abgezweigt. Da diese schon im Silur [illegible] differentiiert si[illegible] ihre Ausbildung beträchtlich [illegible] zurückliegen, ein Actiniarest Palaeactis wird sogar [illegible] aus dem Kam[illegible] geben. Sicher sind dagegen im [illegible] vertreten die Alc[illegible] 14 Gattungen, meist tabulaten Ko[illegible] Rugosen m[illegible] die Hexakorallen mit 11 Gattungen [illegible] diese Gr[illegible] Untersilur vertreten sind, so [illegible] im [illegible] differentiiert haben, was [illegible] Anthozoen überhaupt [illegible] mindestens drei [illegible] und die Pe[illegible]


Cambrium
Algonkium
Urgneis
Stammbaum
der
Pflanzen.
Flagellata
Schizophyta
Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig.
Dr. Th. Arldt, Kontinente Fig. 10.

bereits im Silur fossil vorkommen. Von noch älteren Formen als die Silicispongien haben jedenfalls die Calcispongien sich abgetrennt, die aber erst seit dem Devon überliefert sind, sowie die Ceraospongien, deren erster zweifelhafter Vertreter das triasische Rhizocorallium ist. Haben die Spongien mindestens im Algonkium sich differentiiert, so müssen die Urmyxospongien bereits weit in die Urschieferformation hineinreichen, in der sie wie die Urhydroiden und die Urplatyhelminthen aus den Gasträaden Häckels hervorgegangen sein mögen, die ihrerseits wieder auf Blastäaden sich gründeten und jetzt nach Häckels Ansicht noch durch die Trichoplaciden, Physemarien und die meist zu den Platyhelminthen gerechneten Orthonectiden und Dicyemiden vertreten sind. Die Ausbildung dieser ersten Metazoen müssen wir sicher bereits in die Gneisformation setzen, können wir doch annehmen, dass das Tempo des Fortschrittes bei den niederen Tieren ein viel langsameres war als bei den höheren, zumal es sich ausschliesslich um aquatische Tiere handelte.

§ 125. **Pflanzen**[1]. Ehe wir nun den Protozoen uns zuwenden, werfen wir einen Blick auf die paläozoischen Pflanzen. Auf die Entwicklung der Gymnospermen sind wir schon früher eingegangen und haben gesehen, dass Coniferen und Gnetineen etwa seit dem Karbon sich ausgebildet haben mögen. Schon früher hatte von den Urgymnospermen der Zweig der Cordaiten sich abgespalten. Diese ihrem Habitus nach zwischen Cykadeen und Coniferen stehende Familie lebte vom Silur bis zum Perm. Die modernen Gymnospermen scheinen sich, wie schon erwähnt, in dem Südkontinente entwickelt zu haben, dagegen bildeten die Hauptmasse der jungpaläozoischen Pflanzenwelt im Norden die Pteridophyten, unter denen wieder die Lycopodinen eine besonders wichtige Rolle spielten. Die Reste derselben sind bereits häufig im Devon, in dem Lycopodieen, Lepidodendreen und Sigillarieen sich finden. Ausserdem können wir aber auch das Vorhandensein der beiden andern Ordnungen, besonders das der Selaginelleen vermuten, von denen die beiden letztgenannten Ordnungen, sowie vorher die Gymnospermen sich abgezweigt haben dürften. Als silurischen Vorläufer der beiden Lycopodinenordnungen können wir den zwischen ihnen vermittelnden Bothrodendron ansehen. Dann müssen aber die Selaginelleen bis über das Silur zurückreichen, und die noch einfacher als sie gebauten Lycopodieen noch ein Stück weiter. Als Heimat der Sigillarien und Lepidodendren müssen wir die nördlichen Kontinente ansehen, von denen aus Lepidodendron Südamerika und Sigillaria Südafrika, beide Australien erreichten, letzteren Kontinent bereits im unteren Karbon. Die Equisetinen sind vertreten durch die devonisch-karbonischen Calamiten und die aufs Karbon beschränkten Annularien, doch existierten daneben sicher schon Equiseteen. Sehr differentiiert waren im Karbon die Filicinen, von denen an

---

1) Stammbaum (Fig. 10) nach Häckel, Zittel und Potonié.

Stammbaum der Pflanzen.

Fungi. · Gamophyceae. · Pteridophyta. · Angiospermae. · Gymnospermae. · Bryophyta. · Protophyta.

Protozoa, autobasidiomycetes, protobasidiomycetes, hemibasidiomycetes, Ascomycetes, exoasci, hemiascomycetes, siphoneae, rhodophyceae, phaeophyceae, characeae, confervoideae, equiseteae, schizoneureae, calamiteae, filices, hydropteridae, lycopodieae, isoeteae, selaginelleae, sigillarieae, lepidodendreae, sympetalae, choripetalae, monocot., gnetaceae, cycadeae, taxaceae, araucariaceae, cordaiteae, marchantinae, riccinae, anthocerotinae, jungermanninae, androeinae, sphagninae, phascinae, bryinae, dinoflagellata, phycomycetes, palmellaceae, conjugatae, diatomeae, schizophyceae, schizomycetes, myxomycetes

proficices · procycadeae · proriccinae · Flagellata · Schizophyta

Quartär · Tertiär · Kreide · Jura · Trias · Perm · Carbon · Devon · Silur · Cambrium · Algonkium · Urschiefer · Urgneis

Lith. Anst. v. Julius Klinkhardt, Leipzig. · Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig.

jetzt noch lebenden Familien die Cyatheaceen, Marattiaceen, Hymenophyllaceen und Polypodiaceen vertreten waren, wozu noch zahlreiche (11) fossile Familien kommen, die auf sterile Blätter begründet worden sind. Die Farne müssen also schon aus diesem Grunde lange vor dem Karbon sich ausgebildet haben. Auch das Devon ist schon ziemlich reich an Farnen, besonders in Nordamerika, wo z. B. Archaeopteris, Pecopteris, Neuropteris, Sphenopteris, Alethopteris sich finden, sie sind aber auch ausser aus Europa noch aus Australien bekannt. In allen drei Kontinenten finden sich Archaeopteris und Sphenopteridium, so dass bei diesen altertümlichen Farnen die weite Verbreitung auf noch viel höheres Alter hinweist. Tatsächlich ist Sphenopteridium auch bereits aus dem Silur bekannt. Die verwandtschaftlichen Beziehungen unter den Klassen der Pteridophyten zwingen uns sogar zu der Annahme, dass die Filicinen bis ins Kambrium zurückreichen, aus dem wir aber keine Reste von ihnen besitzen können, da die uns bekannten kambrischen Ablagerungen meist pelagischer Natur sind. Von diesen kambrischen Urfarnen haben sich einerseits die Equisetinen, andererseits die Lycopodinen abgezweigt. Die Farne selbst aber gehen auf die Bryophyten zurück, deren algonkisch-kambrische Urformen ähnlich den Riccinen gewesen sein dürften. Betreffs der Entwicklung dieser Pflanzengruppe sind wir ganz auf das Studium der modernen Moose angewiesen, da fossile Reste nur seit dem Tertiär mit Sicherheit fossil nachgewiesen sind. Doch kennt man zweifelhafte Reste der Lebermoose aus dem Keuper, der Laubmoose aus dem Karbon. Von den Riccinen haben sich jedenfalls die anderen Lebermoose schon früh abgespalten, an die Jungermanninen schliessen die Andreaeinen und Sphagninen sich an und an diese die Phascinen und Bryinen. Diese Spaltung dürfte im Karbon schon vollkommen durchgeführt gewesen sein.

Die Bryophyten schlossen im Algonkium oder noch früher an Gamophyceen, wahrscheinlich an Confervoideen sich an, sie sind also eine Landanpassung von Wasserpflanzen, doch nicht die erste. Bereits vor ihnen müssen die Pilze das Festland erobert haben. Sichere fossile Reste kennen wir zwar von ihnen nicht, doch scheinen verschiedene paläozoische Organismen als Pilze angesehen werden zu müssen[1]. Diese eigenartigsten unter den Pflanzen, die in ihrer Ernährung den Tieren gleichzusetzen sind, haben sich früh in Ascomyceten und Basidiomyceten gespalten, die parallel sich weiter entwickelten, indem an die Hemiascier und Hemibasidien die Exoascier und Protobasidiomyceten und an diese die Ascomyceten und Autobasidiomyceten sich anschlossen, aus denen wiederum durch die Verbindung mit Algen die Lichenen hervorgingen. Wann freilich die einzelnen Abzweigungen stattfanden, lässt sich nicht feststellen, die Angaben im Stammbaum sind daher auch nicht zeitlich aufzufassen, sondern sollen in diesem Falle nur den Gang der Differen-

[1]) Vergl. Potonié, Pal. d. Pfl. S. 61—63.

tiation darstellen, mit Sicherheit dürfen wir aber annehmen, dass sie in der Hauptsache bis zur Mitte der paläozoischen Periode abgeschlossen war. Tatsächlich glaubt Potonié auf karbonischen Farnen und Lepidodendren Sphäriaceenreste nachgewiesen zu haben, also bereits Vertreter der Ascomyceten und nicht einmal ihrer niedrigststehenden Ordnung.

Die aquatischen Gamophyceen haben für uns als Vorfahren aller chlorophyllführenden Landpflanzen Interesse. Wir haben bereits die Confervoideen als den letzteren nächststehende Gruppe erwähnt, die bereits im Urschiefer aus Protophyten hervorgegangen sein muss. Vor den Bryophyten dürften von dieser Gruppe die höheren Algenklassen sich abgezweigt haben. Wie die Bryophyten an die Ulvaceen, schliessen nach Häckel die Characeen am nächsten an die Ödogoniaceen, die Phäophyceen an die Confervaceen und die Rhodophyceen an die Coleochätaceen sich an. Diese Differentiierung ist jedenfalls noch früher anzusetzen, als im hintenstehenden Stammbaum der Pflanzen, sie fand vielleicht schon früh im Urschiefer statt. Noch eher dürften die Siphoneen selbständig geworden sein, die auch bereits aus dem Silur uns Reste hinterlassen haben und die eigentlich schon zu den Protophyten zu rechnen sind.

§ 126. Protisten. Unter den einzelligen Wesen wenden wir uns zunächst den Protozoen zu. Wir können in diesen drei Stämme unterscheiden. Den einfachst organisierten bilden die Moneren, die sich nicht weiter verzweigten. Parallel mit ihnen entwickelten sich die Lobosen, aus denen die Urheliozoen und die Foraminiferen hervorgingen. Die Heliozoen spalteten die Radiolarien von sich ab, die die ältesten bekannten Fossilien bilden, da sie bereits in präkambrischen Quarzitschiefern der Bretagne nachgewiesen sind[1]). Für ihre frühzeitige Ausbildung spricht auch der Umstand, dass eine Entwicklung vom Niedern zum Höheren bei den bekannten Radiolarien sich nicht nachweisen lässt[2]). Die Foraminiferen erscheinen in grösserer Zahl erst im Karbon und erreichen das Maximum ihrer Entwicklung erst in der mesozoischen und besonders der känozoischen Periode, wie die folgende Zusammenstellung beweist.

	Gattungen.	Alg.	Cm.	Si.	De.	Cb.	P.	Tr.	Ju.	Kr.	T.	Rec.	
Perforata	(76)	—	—	—	2	15	5	14	25	42	48	52	Gattungen.
Imperforata	(38)	1	3	6	4	1	—	3	10	9	19	18	
Agglutinantia	(37)	—	—	1	—	6	4	4	7	10	11	27	
Chitinosa	(3)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	
Perforata		—	—	—	3	20	7	18	33	55	63	69	%.
Imperforata		3	8	16	11	3	—	8	26	24	50	47	
Agglutinantia		—	—	3	—	16	11	11	19	27	30	73	
Chitinosa		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	

1) Hoernes, Paläontologie. Leipzig 1899. S. 94.
2) Zittel, Handbuch I 1, S. 126.

Wenn aber auch die Gattungen erst spät ihre Maximalzahl erreichen, so sind doch die Familien schon früh differentiiert. Bis zum Karbon sind alle Familien mit Ausnahme der Cornuspiriden und Gromiden bereits vertreten. Selbst die höchstentwickelten Foraminiferen erscheinen sehr früh. Die erste Stelle unter den Imperforaten nehmen die bereits im Kambrium, vielleicht schon im Algonkium auftretenden Dactyloporiden und Receptaculiden ein, die freilich ihrer systematischen Stellung nach unsicher sind, die höchstdifferentiierten Perforaten, die Nummuliniden und Fusuliniden, sind sehr häufig im Karbon. Infolgedessen müssen die einfacher gebauten Familien, besonders die Cornuspiriden und die Lageniden, schon vor dem Kambrium gelebt haben, wenn sie auch aus den ältesten Schichten nicht bekannt sind. Unter den Perforaten verdient Fusulina eine besondere Erwähnung, die im Kohlenkalk von Nordamerika, Südeuropa, Russland, Armenien, Indien, China und Japan sich findet, dagegen fehlt sie in den Ablagerungen der Südkontinente. Diese Foraminifere scheint daher auf die mittelmeerische Zone und auf den nordpazifischen Ozean beschränkt gewesen zu sein. Den dritten Stamm der Protozoen bilden die Infusorien. Von diesen haben die Flagellaten sich zuerst entwickelt, und von ihnen jedenfalls die Blastäaden sich abgezweigt. Später haben sich vermutlich die Ciliaten und von diesen die Acineten abgetrennt (s. Fig. 9).

Alle drei Protozoenstämme leiten sich von Protophyten und zwar wahrscheinlich von den Dinoflagellaten ab. Von diesen haben sich auch die Phycomyceten abgezweigt, die wie die Dinoflagellaten an den Grenzen des Tierreichs stehen, und später die Pilze und Gamophyceen. Parallel mit den Flagellaten haben sich als reine Plasmodomen die Palmellaceen, Conjugaten, Diatomeen nnd Schizophyceen entwickelt. Die ältesten lebenden Organismentypen aber repräsentieren vermutlich mit den letzten zusammen die Schizomyceten, die jetzt freilich plasmophag sind, deren erste Vorgänger aber plasmodom gewesen sein müssen, und die wir als gemeinsame Vorfahren der Schizomyceten und Schizophyceen als Schizophyten bezeichnet haben. Damit sind wir an der Wurzel der Organismenwelt angelangt, die jedenfalls bereits tief in der Gneisformation gelegen war, viel tiefer noch, als es nach den Stammbäumen den Anschein hat (s. Fig. 10).

4. Entwicklung der Organismen.

Nachdem wir das ganze Tier- und Pflanzenreich in seiner Entwicklung kurz betrachtet und paläogeographische Schlüsse aus der Verteilung der Organismen gezogen haben, fassen wir nun im folgenden die Resultate zusammen, die sich auf die Entwicklung der Organismen beziehen, und wenden uns einigen allgemeinen Fragen zu, die sich hierauf erstrecken.

a) Geologische Verbreitung der Ordnungen.

§ 127. Zunächst stellen wir in einer Tabelle die Ordnungen der Organismen zusammen unter Bezeichnung der Formationen, in denen sie gelebt haben. Ein liegendes Kreuz × bezeichnet, dass die Ordnung in der Formation fossil sich findet, ein Punkt ., dass wir ihr Vorhandensein annehmen müssen, ein Fragezeichen ?, dass sie möglicherweise in ihr lebte, ein Strich —, dass ihre Existenz nicht wahrscheinlich ist. Einige weniger wichtige Ordnungen haben wir dabei zusammengezogen.

	Gn.	Sch.	Alg.	Cm.	Si.	De.	Cb.	P.	Tr.	Ju.	Kr.	T.	Qu.
Mammalia:													
Primates	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×
Carnivora	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×
Chiroptera	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×
Insectivora	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×
Rodentia	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×
Tillodontia	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×	×	×
Ungulata	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×
Sirenia	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×
Cetacea	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×
Edentata	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×
Diprotodontia	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×
Sparassodontia	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	×	—
Polyprotodontia	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×	×
Prodidelphyia	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×	×	—	—
Monotremata	—	—	—	—	—	—	—	—	?	.	.	.	×
Pantotheria	—	—	—	—	—	—	—	?	×	—	—	—	—
Allotheria	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×	×	×	—
Aves:													
Picopasseriformes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×
Halyciformes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?	×	×
Coraciiformes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×
Coccygiformes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?	×	×
Psittaciformes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?	×	×
Columbiformes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?	×	×
Galliformes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×
Crypturi	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	.	×
Gruiformes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×	×	×
Charadriiformes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×	×	×
Tubinares	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×
Ciconiiformes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×	×	×
Podicipitiformes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×
Anseriformes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×	×	×
Aptenodytiformes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×
Odontormae	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×	—	—

	Gn.	Sch.	Alg.	Cm.	Si.	De.	Cb.	P.	Tr.	Ju.	Kr.	T.	Qu.
Ratitae (7 Ord.) . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×	×	×
Saurura	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×	—	—	—
Reptilia:													
Pterosauria	—	—	—	—	—	—	—	—	?	×	×	—	—
Dinosauria	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×	×	—	—
Crocodilia	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×	×	×	×
Lepidosauria	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×?	×	×	×
Rhynchocephalia . . .	—	—	—	—	—	.	.	×	×	×	×	×	×
Theromorpha	—	—	—	—	—	—	?	×	×	—	—	—	—
Testudinata	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×	×	×	×
Sauropterygia	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×	×	—	—
Ichthyosauria	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×	×	×?	—
Amphibia:													
Anura	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×
Urodela	—	—	—	—	—	.	.	.	.	.	×	×	×
Apoda	—	—	—	—	—	.	×?	.	.	.	.	.	×
Stegocephali	—	—	—	—	—	.	×	×	×	×	—	—	—
Pisces:													
Anacanthini	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?	.	×	×
Acanthopteri	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?	×	×	×
Pharyngognathi . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?	×	×	×
Physostomi	—	—	—	—	—	—	—	—	×	×	×	×	×
Plectognathi	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?	×	×	×
Lophobranchii	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?	.	×	×
Pycnodontidae . . .	—	—	—	—	—	—	—	.	.	×	×	×	—
Amiadae	—	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×	×	×
Lepidosteidae	—	—	—	—	—	—	?	×	×	×	×	×	×
Heterocerci	—	—	—	—	?	×	×	×	×	×	—	—	—
Crossopterygidae . .	—	—	—	—	.	×	×	×	×	×	×	.	×
Acanthodidae	—	—	—	—	.	×	×	×	—	—	—	—	—
Chondrostei	—	—	—	—	.	×	.	.	.	×	.	×	×
Placodermi	—	—	—	—	.	×	×	×	—	—	—	—	—
Cephalaspidae . . .	—	—	—	—	×	×	—	—	—	—	—	—	—
Pteraspidae	—	—	—	—	×	×	—	—	—	—	—	—	—
Neodipnoi	—	—	—	—	—	—	—	.	.	.	.	.	×
Ctenodipterini	—	—	—	—	—	×	×	×	—	—	—	—	—
Paladipnoi	—	—	—	—	.	×?	×?	.	×	×	.	.	×
Holocephali	—	—	—	—	.	×	.	.	.	×	×	×	×
Plagiostomi	—	—	—	.	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Hyperotreti	—	—	—	?	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Hyperoartia	—	—	?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Leptocardii	—	—	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×

	Gn.	Sch.	Alg.	Cm.	Si.	De.	Cb.	P.	Tr.	Ju.	Kr.	T.	Qu.
Insecta:													
Hymenoptera	—	—	—	—	—	—	—	—	.	×	.	×	×
Lepidoptera	—	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×?	×	×
Diptera	—	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×	×	×
Coleoptera[1])	—	—	—	—	—	?	\	.	×	×	×	×	×
Hemiptera[1])	—	—	—	—	.	.	\	\	.	×	×	×	×
Neuroptera[1])	—	—	—	.	.	\	\	.	×	×	×	×	×
Orthoptera[1])	—	—	—	.	\	.	\	.	×	×	.	×	×
Archiptera[1])	—	—	—	.	.	\	\	\	.	×	.	×	×
Palaeodictyoptera	—	—	—	.	×	×	×	×	×	×	—	—	—
Thysanura	—	—	—	.	.	.	.	.	.	.	.	×	×
Arachnida:													
Araneae	—	—	—	—	.	.	×	.	.	×	.	×	×
Opiliones	—	—	—	—	—	.	.	.	.	×?	.	×	×
Scorpiones	—	—	—	.	×	.	×	.	.	.	.	×	×
Pedipalpi	—	—	—	—	—	.	×	.	.	.	.	×	×
Anthracomarti	—	—	—	—	—	.	×	—	—	—	—	—	—
Chelonethi	—	—	—	—	—	.	.	.	.	.	.	×	×
Acari	—	—	—	—	—	.	.	.	.	.	.	×	×
Linguatelidae	—	—	—	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Pantopoda, Tardigrada	—	—	—	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Myriopoda:													
Pauropoda	—	—	—	—	—	—	—	.	.	.	.	.	×
Chilognatha	—	—	—	—	—	—	—	.	.	.	×	×	×
Archipolypoda	—	—	.	.	.	×	×	×	—	—	—	—	—
Chilopoda	—	—	—	—	—	—	—	.	.	.	.	×	×
Protosyngnatha	—	—	—	?	.	.	×	—	—	—	—	—	—
Malacopoda:													
Peripatidae	—	?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Crustacea:													
Decapoda	—	—	—	—	.	×	×	×	×	×	×	×	×
Schizopoda	—	—	?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Cumacea	—	—	—	—	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Stomatopoda	—	—	—	—	.	.	×	.	.	×	×	×	×
Amphipoda	—	—	—	?	×?	×?	×	×	.	.	.	×	×
Isopoda	—	—	—	?	×	×	×	.	×	×	×	×	×
Leptostraca	—	—	.	×	×	×	×	.	×	.	.	.	×
Gigantostraca	—	—	—	.	×	×	×	×	—	—	—	—	—
Xiphosura	—	—	—	.	×	×	×	.	×	×	×	×	×
Trilobitae	—	?	×?	×	×	×	×	×	—	—	—	—	—
Phyllopoda	—	—	.	.	.	×	×	×	×	×	×	×	×
Ostracoda	—	—	.	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Copepoda	—	—	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Cirripedia	—	—	.	.	×	×	.	×?	×	×	×	×	×

1) Das Zeichen \ bedeutet fossile Paläodictyopteren, die als Vorgänger der Ordnung anzusehen sind.

	Gn.	Sch.	Alg.	Cm.	Si.	De.	Cb.	P.	Tr.	Ju.	Kr.	T.	Qu.
Cephalopoda:													
Octopoda	—	—	—	—	—	—	—	—	.	×	.	×	×
Decapoda	—	—	—	—	—	.	.	.	×	×	×	×	×
Ammonoidea	—	—	—	.	×	×	×	×	×	×	×	—	—
Nautiloidea	—	—	.	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Glossophora:													
Gymnosomata	—	—	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Thecosomata	—	—	.	×	×	×	×	×	×	×	.	×	×
Pulmonata	—	—	—	—	×	.	×	.	.	×	×	×	×
Opisthobranchia	—	—	.	.	.	.	×	×?	×	×	×	×	×
Heteropoda	—	—	—	—	—	—	—	—	?	?	.	×	×
Prosobranchia	—	—	.	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Scaphopoda	—	—	.	.	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Lamellibranchiata:													
Siphonida	—	—	—	.	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Asiphonida	—	—	.	.	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Amphineura:													
Placophora	—	.	.	.	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Solenogastres	—	—	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Holothurioidea:													
Pneumonata	—	—	—	?	?	.	.	.	.	×	.	×	×
Pelagica	—	—	—	?	?	.	.	.	.	.	.	.	×
Apoda	—	—	.	.	.	.	×?	.	.	×	.	.	×
Echinoidea:													
Irregulares	—	—	—	—	—	.	.	.	.	×	×	×	×
Regulares	—	—	—	—	—	—	×	×	×	×	×	×	×
Perischoëchinidae	—	—	—	.	×	×	×	×	×	—	—	—	—
Bothriocidaridae	—	—	—	?	×	—	—	—	—	—	—	—	—
Cysticidaridae	—	—	—	?	×	—	—	—	—	—	—	—	—
Asteroidea:													
Asteriae	—	—	—	.	.	×	×	×	×	×	×	×	×
Encrinasteriae	—	—	—	×	×	×	×	—	—	—	—	—	—
Ophiureae	—	—	—	—	×	×	×	.	×	×	×	×	×
Euryaleae	—	—	—	.	×	.	×	.	.	×	.	.	×
Crinoidea:													
Blastoidea (2 Ord.)	—	—	—	.	×	×	×	—	—	—	—	—	—
Cystoidea (3 Ord.)	—	?	.	×	×	×	×	—	—	—	—	—	—
Costata	—	—	—	—	—	—	—	—	.	×	—	—	—
Articulata	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×	×	×	×
Tessalata	—	—	—	×?	×	×	×	×	.	.	×	—	—

	Gn.	Sch.	Alg.	Cm.	Si.	De.	Cb.	P.	Tr.	Ju.	Kr.	T.	Qu.
Tunicata:													
Thaliaceae	—	—	—	?	?	?	.	.	.	.	.	.	×
Ascidiae	—	—	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Copelata	—	—	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Brachiopoda:													
Apygia	—	—	.	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Pleuropygia	—	—	×?	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Bryozoa:													
Gymnolaemata . . .	—	—	—	.	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Phylactolaemata . . .	—	—	—	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Endoprocta	—	—	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Annelida:													
Oligochaeta	—	—	?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Polychaeta	—	?	.	×?	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Hirudinae	—	?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Rotifera:													
Rotifera	—	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Gephyrea:													
Gephyrea (2 Ord.) . .	—	.	.	.	.	.	.	.	.	×	.	.	×
Enteropneusta	—	—	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Nemathelminthes:													
Acanthocephali . . .	—	—	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Chaetognathae . . .	—	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Nematodes	—	—	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×	×
Platyhelminthes:													
Cestodes	—	?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Trematodes (2 Ord.) .	—	?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Turbellarii (3 Ord.) . .	?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Ctenophora:													
Ctenophora	—	—	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Hydromedusae:													
Discophora (3 Ord.) .	—	?	.	.	.	.	.	.	.	×	×?	.	×
Graptolithidae	—	—	—	.	×	—	—	—	—	—	—	—	—
Campanularia	—	—	.	×	×	×	.	.	.	.	.	.	×
Hydrocorallina . . .	?	.	.	.	×	×	×	.	.	×	.	×	×
Tubulariae	—	—	.	.	.	.	×	.	.	×	×	×	×
Trachymedusae . . .	—	—	.	.	.	.	.	.	.	×	.	.	×
Siphonophora	—	—	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Anthozoa:													
Zoantharia (3 Ord.) .	—	—	.	×?	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Alcyonaria	—	—	.	.	×	×	×	.	.	×	×	×	×

	Gn.	Sch.	Alg.	Cm.	Si.	De.	Cb.	P.	Tr.	Ju.	Kr.	T.	Qu.
Spongiae:													
Calcispongiae	—	?	.	.	.	×	×	×	×	×	×	.	×
Hexactinellidae . . .	—	?	.	×	×	×	×	×	.	×	×	×	×
Lithistidae	—	?	.	.	×	.	.	.	.	×	×	×	×
Tetractinellidae . . .	—	?	.	.	.	.	×	.	×	×	×	×	×
Monactinellidae . . .	—	?	.	.	×?	.	×	.	.	×	×	×	×
Ceraospongiae . . .	—	—	.	.	.	.	×	.	×?	.	×?	.	×
Myxospongiae	?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Gastraeades (3 Ord.) .	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Infusoria P.[1]:													
Hypotricha	—	—	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Peritricha	—	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Heterotricha	—	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Holotricha	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Acinetae	—	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Flagellata (2 Ord.) . .	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×?	.	×
Rhizopoda P.[1]:													
Lobosa (2 Ord.) . . .	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Radiolaria	—	.	×	.	.	.	.	.	×	×	×	×	×
Foraminifera	—	?	×?	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Monera P.[1]:													
Monera	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×?	.	×
Dicotyledoneae:													
Campanulatae	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×
Aggregatae	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×
Rubiales	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×	×	×
Plantaginales	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	.	×
Tubiflorae	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×	×	×
Contortae	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×	×	×
Ebenales	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×	×	×
Primulinae	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×
Ericales	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×	×	×
Umbelliflorae	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×	×	×
Myrtiflorae	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×	×	×
Thymelaeales	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×
Opuntiales	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	.	×
Parietales	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×	×	×
Malvales	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×	×	×
Rhamnales	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×	×	×
Sapindales	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×	×	×
Geraniales	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×
Leguminosae	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×	×	×
Rosales	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×	×	×

[1]) P. = Protisten.

	Gn.	Sch.	Alg.	Cm.	Si.	De.	Cb.	P.	Tr.	Ju.	Kr.	T.	Qu.
Sarraceniales	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	.	×
Rhoeadales	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×
Ranales	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×	×	×
Centrospermae . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×	×	×
Polygonales	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×
Aristolochiales . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×	×
Santalales	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	.	×	×
Proteales	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×	×
Urticales	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×	×
Fagales	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×	×
Salicales	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×	×
Juglandales	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×	×
Piperales	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	.	×	×
Monocotyledoneae:													
Microspermae	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	.	×	×
Scitamineae	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	.	×	×
Liliiflorae	—	—	—	—	—	—	—	—	×?	×?	×	×	×
Farinosae	—	—	—	—	—	—	—	—	×?	.	×?	×	×
Spathiflorae	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×	×
Synanthae	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	.	.	×
Principes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×	×
Glumiflorae	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.	×	×	×
Helobiae	—	—	—	—	—	—	—	—	.	.	×	×	×
Pandanales	—	—	—	—	—	—	—	—	×?	×?	×	×	×
Gymnospermae:													
Gnetineae	—	—	—	—	—	?	.	.	.	×?	.	×	×
Coniferae	—	—	—	—	—	×?	×	×	×	×	×	×	×
Cordaiteae	—	—	—	—	×	×	×	×	—	—	—	—	—
Cycadinae	—	—	—	?	.	.	×	×	×	×	×	×	×
Lycopodinae:													
Isoëteae	—	—	—	—	?	.	.	.	.	.	.	×	×
Sigillarieae	—	—	—	—	?	×	×	×	—	—	—	—	—
Lepidodendreae . . .	—	—	—	—	×	×	×	×	—	—	—	—	—
Selaginelleae	—	—	—	.	.	.	×	.	.	.	.	.	×
Lycopodieae	—	—	?	.	.	×	×	×	.	×	.	×	×
Equisetinae:													
Sphenophylleae . . .	—	—	—	—	?	.	×	—	—	—	—	—	—
Annulariae	—	—	—	—	—	.	×	×	—	—	—	—	—
Calamiteae	—	—	—	?	.	×	×	×	×?	—	—	—	—
Schizoneureae	—	—	—	—	—	—	?	.	×	×	—	—	—
Equiseteae	—	—	?	.	.	.	×?	.	×	×	×	×	×
Filicinae:													
Hydropteridae . . .	—	—	—	—	.	.	×?	.	×	×	×	×	×
Filices	—	—	?	.	×	×	×	×	×	×	×	×	×

	Gn.	Sch.	Alg.	Cm.	Si.	De.	Cb.	P.	Tr.	Ju.	Kr.	T.	Qu.
Musci:													
Bryinae	—	—	—	—	?	.	× ?	.	.	× ?	.	×	×
Phascinae	—	—	—	—	?	.	.	.	.	.	.	×	×
Andreaeinae	—	—	—	—	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Sphagninae	—	—	—	—	.	.	.	.	.	.	.	×	×
Hepaticae:													
Jungermanninae	—	—	—	.	.	.	.	.	× ?	.	.	×	×
Anthocerotinae	—	—	—	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Marchantinae	—	—	—	.	.	.	.	.	.	.	.	×	×
Riccinae	—	?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Lichenes:													
Thamnoblasti	—	—	—	—	?	.	.	.	.	.	.	×	×
Phylloblasti	—	—	—	—	?	.	.	.	.	.	.	×	×
Kryoblasti	—	—	—	—	?	.	.	.	.	.	.	×	×
Gelatinosi	—	—	—	—	?	.	.	.	.	.	.	.	×
Byssacei	—	—	—	—	?	.	.	.	.	.	.	.	×
Mycomycetes:													
Hymenomycetes	—	—	—	?	.	.	.	.	.	.	.	×	×
Gasteromycetes	—	—	—	?	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Tremellineae	—	—	—	?	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Uredineae	—	—	?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Discomycetes	—	—	—	—	?	.	.	.	×	.	.	×	×
Pyrenomycetes	—	—	—	—	?	.	×	×	.	.	.	.	×
Perisporeae	—	—	—	?	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Exoasci	—	—	?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Mesomycetes:													
Ustilagineae	—	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Protomycetes	—	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Rhodophyceae:													
Florideae	—	—	.	.	.	.	×	.	×	×	×	×	×
Bangideae	—	—	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Dictyotaceae	—	—	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Phaeophyceae:													
Cyclosporeae	—	—	.	.	×?	×?	.	.	.	×?	×?	×	×
Phaeosporeae	—	?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Characeae:													
Characeae	—	?	.	.	.	.	.	.	×	×	×	×	×
Chlorophyceae:													
Confervoideae	—	.	.	.	.	.	.	.	.	×?	.	×	×

	Gn.	Sch.	Alg.	Cm.	Si.	De.	Cb.	P.	Tr.	Ju.	Kr.	T.	Qu.
Phycomycetes P.[1])													
Oomycetes	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Zygomycetes	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×	×
Siphoneae P.:													
Siphoneae P.	.	.	.	×?	×?	×?	.	.	×	×?	×	×	×
Palmellaceae P. . . .	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Conjugatae P. . . .	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Diatomeae P.	.	.	.	.	.	.	×?	.	×?	×	×	×	×
Dinoflagellata P. .	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Schizomycetes P. (2 Ord.)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×
Schizophyceae P. (3 Ord.)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×	×
Myxomycetes P. . .	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×

Diese Tabelle zeigt uns, inwieweit paläontologische Funde unsere Ansichten über das Alter der einzelnen Organismengruppen stützen und ergänzt dadurch die schematischen Stammbäume. Sie zeigt uns aber gleichzeitig die Lückenhaftigkeit des paläontologischen Materials besonders bei den niederen Tieren und Pflanzen, bei deren phylogenetischen Betrachtung wir fast ganz auf anatomische und ontogenetische Schlüsse beschränkt sind (vergl. Fig. 11 und 12).

b) Lebensgebiete.

§ 128. **Meer.** Werfen wir nun einen Blick auf die Gebiete, die das Leben auf der Erde erobert hat, so müssen wir als das erste der Zeit und der Bedeutung nach das Meer ansehen, und zwar war es jedenfalls die litorale Zone, in der das erste Leben in Form einzelliger Pflanzen sich entwickelt hat. Jedenfalls kommen nur die obersten 50 m der Wasserschicht der Ozeane in Betracht, da nur in ihnen Licht in genügendem Masse eindringt, um die reduzierende Tätigkeit der Pflanzen, die aus Kohlensäure und Wasser organische Stoffe aufbaut, in vollem Masse zu ermöglichen. Im Meere aber müssen wir die Urheimat aller Lebewelt suchen, weil hier allein die sich entwickelnden zarten Organismen vor schroffen Temperaturwechseln, vor plötzlichen Änderungen der Lebensverhältnisse durch wechselnden Grad der Feuchtigkeit und durch andere Schwankungen geschützt waren. In dieser litoralen Zone hat

1) P. = Protisten.

jedenfalls der Hauptentwicklungsprozess des Protisten- und des niederen Tier- und Pflanzenreichs sich abgespielt. Noch jetzt finden wir in ihr die Hauptregion der Tangvegetation, hier leben die meisten Cölenteraten, Echinodermen und Mollusken, letztere in der Regel dickschalig, bunt und reich skulpturiert. Die litorale Zone bot aber der Entfaltung des Lebens nur beschränkten Raum, infolgedessen breitete es sich zunächst in die pelagische Region aus und erfüllte die obersten noch von Licht und Wärme durchstrahlten Wasserschichten, die in ihrem physikalischen Verhalten der Lebewelt dieselbe Grundlage boten, wie in der litoralen Zone. Einzelne Tiergruppen haben sich wie es scheint erst hier entwickelt wie die Pteropoden, die alle rein pelagisch sind. Da wir deren Ausbildung bis ins Algonkium zurückzuverlegen uns veranlasst sahen, so müssen also bereits in dieser Formation die pelagischen Räume mit Tieren und folglich auch mit Pflanzen erfüllt gewesen sein. Auch die Radiolarien scheinen immer hauptsächlich pelagisch gewesen zu sein. Eine so frühe Ausbreitung der Organismen in pelagische Regionen hat auch die Ausbildung der abyssischen Fauna zur Voraussetzung. Wie die ersten Organismen durch Mangel an Raum in den freien Ozean hinausgedrängt wurden, so mussten sie jetzt in die Tiefe hinabsteigen. Dies musste natürlich viel langsamer erfolgen, da sie den geänderten Druckverhältnissen, der tieferen Temperatur und dem vollständigen Mangel an Sonnenlicht sich anpassen mussten. Aus dem letzteren Grunde war es den Pflanzen verwehrt, in vertikaler Richtung sich weiter als bis zu 200 m Tiefe auszudehnen, nur plasmophagen Wesen standen keine unüberwindlichen Hindernisse entgegen. Die in dem absoluten Dunkel überflüssigen Augen wurden rückgebildet, und dafür entwickelten sich ungeheure Tastorgane, wie bei Nematocarcinus und Colossendeïs, z. T. gewannen aber die Tiere auch die Fähigkeit, selbst ein schwaches Licht auszusenden, das nach Bedürfnis sich regulieren liess, und in Wechselwirkung damit wuchsen die Augen zu riesenmässiger Grösse an, um diese schwachen Lichtstrahlen in möglichst grosser Menge zu konzentrieren.

Auch diese Ausdehnung des Lebensraumes muss schon sehr früh erfolgt sein. Dafür sprechen in erster Linie die Trilobiten. Unter diesen hat es zweifellos litorale Formen gegeben, die wir jetzt mit dickschaligen Mollusken vereint finden. Daneben fehlt es aber auch nicht an Formen, denen die Augen vollkommen fehlen, und die wir aus diesem Grunde als Tiefseetiere in Anspruch nehmen müssen. Nach Zittel sind als solche zu erwähnen alle Agnostiden und Trinucleiden, von letzteren haben allerdings einige Trinucleus-Arten Augen, ferner die Olenide Telephus, die Conocephaliden Eryx, Acontheus und Conocephalus, letzterer nur teilweise, die Cheiruriden Areia und Placoparia und der Encrinuride Dindymene, im ganzen 13 Gattungen von 88, d. h. 15%. Dabei ist aber zu beachten, dass von den unvollkommen bekannten Gattungen vielleicht auch noch einige blind gewesen sind. Alle augenlosen Gattungen

finden sich im Kambrium und im Silur und bilden in der ersten Formation 13%, in der zweiten sogar 19% aller Gattungen. Von den acht bereits im Kambrium auftretenden Familien besitzen fünf, d. h. 63% augenlose Gattungen. Dass Tastorgane nicht überliefert sind, beweist bei der zarten und zur Erhaltung wenig geeigneten Struktur derselben nichts gegen die Annahme, dass diese Trilobiten Tiefseetiere waren. Andererseits fehlen aber auch nicht Trilobiten mit grossen Augen, wie z. B. der kambrische Olenide Anopolenus, die silurischen Gattungen Bohemilla (Bohemillide), Ogygia (Asaphide), Phacops (Phacopide), Proetus (Prötide) und andere. Im Kambrium müssen also die abyssischen Regionen schon als belebt gelten. Gattungen wie Trinucleus und Conocephalus, die teils blinde, teils sehende Arten besitzen, sind vielleicht erst im Silur bezw. im Kambrium in die Tiefe hinabgestiegen, während bei andern wie den Agnostiden die Anpassung vielleicht schon vorkambrisch stattgefunden hat. In weniger tiefen Regionen mögen bereits im Kambrium die Crinoideen gelebt haben, deren Kalkskelett gegen einen Aufenthalt in den tiefsten abyssischen Lagen spricht, deren lebende Nachkommen aber noch aus über 5000 m Tiefe heraufgeholt worden sind. Auch die Silicispongien sind jedenfalls altabyssische Tiere. Die Anpassung an das Tiefseeleben hat sicher ununterbrochen stattgefunden, da sich neben den genannten Tieren auch Radiolarien, Korallen, Actinien, Hydromedusen, Ascidien, Holothurien, Asteroiden, Isopoden, Decapoden, Pantopoden, sowie die verschiedensten Mollusken und Fische finden, die wenigstens zum Teil erst später sich dem Tiefseeleben angepasst haben müssen. Die Tiefseemollusken sind meist dünnschalig und farblos. Nach Fischer[1]) sind aus den lichtleeren Teilen der Tiefsee bekannt folgende Gattungen, denen wir ihr geologisches Alter beifügen:

Opisthobranchia.
- Actaeonidae.
  - Actaeon Tr.
  - Ringicula Kr.
  - Bullina Ju.
- Bullidae.
  - Scaphander E.
  - Philine Kr.
  - Utriculus (Diaphana) T.
  - Cylichna Tr.

Prosobranchia.
- Pleurotomidae.
  - Pleurotoma Kr.
- Fusidae.
  - Fusus Tr.
- Aporrhaidae.
  - Chenopus (Aporrhais) Li.
- Pyramidellidae.
  - Odostomia Kr.
  - Eulima Tr.
- Naticidae.
  - Natica Tr.
- Trochidae.
  - Turbo S.
  - Cyclostrema O.
- Pleurotomariidae.
  - Scissurella Kr.
- Fissurellidae.
  - Puncturella (Rimula) Li.

Solenoconchae.
- Dentalidae.
  - Dentalium S.
  - Siphonodentalium Kr.
  - Cadulus Mi.

Siphonida.
- Myidae.
  - Neaera Ma.
- Anadinidae.
  - Lyonsia E.
  - Poromya E.
- Scrobicularidae.
  - Syndosmya E.
- Lucinidae.
  - Axinus E.
  - Diplodonta Kr.
- Erycinidae.
  - Montacuta T.
  - Kelliella Pl.
- Verticordiidae.
  - Verticordia E.
  - Pecchiola Mi.

---

[1]) Fischer, Man. d. Conchyol. p. 182 ff.

Asiphonida.
Nuculidae.
Nucula S.
Leda S.
Malletia T.

Arcidae.
Arca S.
Limopsis Tr.

Pectinidae.
Pecten De.
Amussium Li (Pecten).
Limidae.
Lima Tr.

Von diesen 38 Gattungen sind also 34% erst seit dem Tertiär, 53% nicht vor der Kreide, 84% nicht vor der Trias bekannt, so dass ihre Anpassung an abyssische Verhältnisse kaum früher angenommen werden kann. Ältere Tiefseebewohner sind die Brachiopoden, von denen die lebenden Terebratuliden Terebratula Tr., Terebratulina Ju., Waldheimia K., Platidia Kr., ferner Thecidea Cb., Crania S. und Discina Cm. aus den in Betracht kommenden Tiefen als lebend bekannt sind. Von ihnen sind also nur 14% nicht vor der Kreide und 57% nicht vor der Trias bekannt. Wie viele Mollusken können auch die meisten Tiefseefische nicht vor der mesozoischen Periode in ihr jetziges Lebensgebiet gelangt sein, da unter diesen verschiedene Teleostierfamilien vorkommen. So sind die Physostomen vertreten durch die Sternoptychiden, Scopeliden (fossil Kr., E., Mi.), Stomiatiden, Alepocephaliden, Halosauriden; die Acanthopterygier durch die Trachypteriden, abgesehen von einzelnen Tiefseegattungen. Diese Familien können unmöglich vor der Trias bez. vor dem Jura ihre Anpassung vollzogen haben, wahrscheinlich jedoch ist dies noch später vor sich gegangen. Gleiches dürfte auch von dem Spinaciden Centrophorus gelten, da dieser Selachier erst seit der Kreide fossil bekannt ist und selbst seine ganze Familie nur bis zum Lias zurückreicht.

§ 129. **Süsswasser.** Eine noch bedeutsamere Erweiterung des Lebensgebietes als durch die Eroberung des freien Meeres wurde durch die Anpassung der Lebewelt an das Süsswasser erzielt. Auch diese muss bereits in präkambrischen Zeiten stattgefunden und sich seitdem noch oft wiederholt haben. Ob diese Anpassung durch einen etwaigen früheren geringeren Salzgehalt des Meeres erleichtert wurde, soll in einem späteren Kapitel dieses Buches genauer behandelt werden. Nötig war eine solche Hilfe jedenfalls nicht, denn noch jetzt leben Arten derselben Gattung, ja selbst gleiche Arten in salzigem, brackischem und süssem Wasser, ein Beweis dafür, dass auch in jüngster Zeit noch diese Anpassung möglich ist, wofür wir bei der Besprechung der känozoischen Fische zahlreiche Beispiele kennen gelernt haben. Wir sahen dabei, dass alle Unterklassen mit Ausnahme der Leptocardier im Süsswasser Vertreter besitzen. In besonders hohem Masse sind die Dipnoer dem Leben in Binnengewässern angepasst, dann kommen von den grossen Gruppen die Ganoiden, deren lebende Vertreter ebenfalls meist Süsswassertiere sind, während dies bei ihren Vorfahren nicht in gleichem Masse der Fall war. Am reinsten marin sind die Selachier geblieben, unter denen nur einige Trygoniden und wahrscheinlich erst sehr spät ins Süsswasser hereingegangen sind. Dieser Umstand spricht nicht

gerade dafür, dass Meer und Binnengewässer einst ähnliche Lebensbedingungen boten, da sonst gerade diese ältesten Fische auch im Süsswasser sich finden müssten. Ein zweites Mal hatte der Krokodilstamm dem Leben in süssem Wasser sich angepasst, dessen älteste Vertreter zwar aus Landtieren hervorgegangen, aber rein marin waren; erst seit der Kreideformation finden wir diese Reptilien in brackischem und seit der Tertiärzeit in süssem Wasser.

Wie bei der Hauptanpassung des Wirbeltierstammes an das Süsswasserleben die Dipnoer aus den litoralen Ganoiden hervorgingen, so finden wir auch bei den anderen Kreisen eine enge Verwandtschaft zwischen den Süsswasser- und den Litoralformen. Von den Crustaceen sind die Decapoden, Schizopoden, Isopoden, Amphipoden, Gigantostracen, Phyllopoden, Ostracoden und Copepoden ins Süsswasser übergegangen. Unter den Decapoden besitzen Süsswasserarten und -gattungen die Catometopen (Kr.), Astacomorphen (B.) und Carididen (De.); diese Anpassungen müssen also z. T. in känozoischer Zeit erfolgt sein, zumal nur zwei Catometopengattungen kretazeisch sind. Die Isopoden besitzen reine Süsswassergattungen, die aber keine fossilen Reste hinterlassen haben; andere Gattungen besitzen wenigstens Arten in Binnengewässern. Da unter diesen Sphaeroma nur aus dem Diluvium bekannt ist, so haben wir es hier jedenfalls auch mit einer späten Anpassung zu tun, während die Süsswassergattungen vielleicht schon länger das neue Lebensgebiet erreicht haben, wenigstens geht die Familie der Sphäromiden, zu der die rein kontinentale Monolistra gehört, bis zum Muschelkalk zurück. Die Amphipoden sind eine sehr alte Süsswasseranpassung, indem alle fossilen Reste bis zum Karbon und vielleicht Devon hinauf in Süsswasserablagerungen sich finden. Die marinen lebenden Formen finden sich auch fast nur in der Seichtwasserzone. Die Gigantostracen sind im Karbon ins Süsswasser übergegangen. Im unteren Silur sind sie pelagisch und finden sich mit Graptolithen, Trilobiten und Cephalopoden, im oberen Silur und im Devon leben sie in der Litoralzone mit Ganoidfischen, im Karbon aber finden sich ihre Reste neben Landpflanzen, Skorpionen, Insekten und Amphibien[1]). Die Phyllopoden leben jetzt fast alle in süssem Wasser, sie sind daher jedenfalls wie die Amphipoden schon sehr lange diesem Leben angepasst. Gleiches gilt unter den Ostracoden von den Cypriden, deren Reste sich bereits in karbonischen Binnenablagerungen finden. Dagegen ist die bereits seit dem Silur bekannte Gattung Bairdia rein marin.

Auch die Mollusken müssen schon sehr alte Süsswasserbewohner sein und wegen des hohen Alters der Pulmonaten schon im Paläozoikum über die Grenzen des Meeres hinaus sich ausgebreitet haben. Unter diesen kommen jetzt als Süsswasserbewohner die Auriculiden und Limnäiden in Betracht, die seit dem Malm bezw. dem Lias bekannt sind;

---

[1]) Nach Zittel, Handbuch I, 2. S. 647.

doch können dies nicht die ersten Einwanderer ins Süsswasser sein, wenn auch die silurische Hercynella marin ist. Da die Opisthobranchier rein marin sind, so müssen wir deshalb aus doppeltem Grunde annehmen, dass die Pulmonaten bereits in der Litoralzone sich entwickelt haben. Unter den Prosobranchiern finden wir wiederum zahlreiche Familien, die ins Süsswasser übergegangen sind, und zwar aus den Gruppen der siphonostomen und der holostomen Tänioglossen und der Scutibranchier. Unter diesen sind seit der Trias bekannt die Cerithiiden und Neritiden, seit dem Lias die Valvatiden und Ampullariden, seit dem Dogger die Rissoiden und Paludiniden, seit dem Eozän die Truncatelliden (Aciculiden). Von den Rissoiden erscheinen zunächst die marinen Rissoinen und erst im Wealden finden sich die im Süsswasser vorkommenden Hydrobiinen. Die Anpassung der Prosobranchier können wir also als eine neuere ansehen; doch haben sie trotzdem zum Teil ein lungenartiges Organ erworben wie die Ampullariiden. Über die Süsswasserformen der Lamellibranchiaten wurde schon oben gesprochen. Wir sahen, dass der Nayadidenzweig etwa im Keuper, die Cyreniden im Wealden, die Mytiliden und Cardiiden im Miozän sich dem Süsswasser bezw. Brackwasser angepasst haben mögen, dass aber eine frühere Anpassung bereits im Karbon stattfand (Anthracosia) (s. S. 348).

Die Echinodermen sind der einzige Tierkreis, der dauernd rein marin geblieben ist; dagegen sind von den Würmern nur die Brachiopoden nicht in kontinentale Gebiete übergegangen. Dagegen sind unter den Bryozoen die Paludicelleen und Lophopeen Süsswasserbewohner, über deren Anpassungszeit jeder direkte Schluss unmöglich ist, da beide Gruppen keine fossilen Reste aufweisen. Wahrscheinlich hat aber ihre Einwanderung ins Süsswasser schon früh stattgefunden. Gleiches können wir bei den übrigen Würmern vermuten, bei denen uns ebenfalls die paläontologischen Urkunden im Stiche lassen, denn die wenigen fossilen Nemathelminthen sind Parasiten, und der einzige Gephyreenrest aus dem Malm ist ziemlich problematisch; die reichlicheren Annelidenreste aber sind alle marin.

Unter den Cölenteraten sind Vertreter in Binnengewässern sehr selten. Von den Hydromedusen findet sich hier Hydra, eine Gattung, die der Stammform der Klasse noch sehr nahe steht und daher vielleicht schon sehr frühzeitig ins Süsswasser übergegangen ist, sowie die Tubularie Cordylophora. Unter den Spongien aber findet sich im Süsswasser die Monactinellide Spongilla, ebenfalls einen sehr einfachen Typus repräsentierend.

Unter den Protozoen sind im Süsswasser Infusorien, Lobosen und Heliozoen zu finden, alles uralte Typen, die vielleicht schon in der Gneisformation das Süsswasser erreichten. Wenn wir mit Häckel die Heliozoen als die Stammform der pelagischen Radiolarien ansehen, so müssen wir annehmen, dass die Urheliozoen litorale Tiere waren, von

denen sich einerseits die marinen Radiolarien, andererseits die nur im Süsswasser lebenden modernen Heliozoen abzweigten.

Während alle Tierkreise und die meisten Tierklassen im Meere sich entwickelt haben und von hier ins Süsswasser eingewandert sind, sind unter den Pflanzen nur die Protophyten und die Gamophyceen marin und beide haben jedenfalls schon sehr früh, im Urgneis bezw. im Urschiefer, das Süsswasser erreicht. Unter den letzteren haben besonders die Chlorophyceen, also der niedrigste Typus, in grosser Zahl dem Süsswasserleben sich angepasst, und ebenso die von ihnen abgezweigten Characeen. Dagegen sind Phäophyceen und Rhodophyceen fast ausschliesslich marin. Unter den Protophyten sind Süsswasserformen in erster Linie die Conjugaten, zum Teil auch die Schizophyceen und Diatomeen.

§ 130. Festes Land. Der bedeutsamste Schritt in der Phylogenese war die Eroberung des festen Landes. Denn während in den anderen Lebensgebieten eine Ausbreitung nach drei Dimensionen möglich ist, ist sie hier nur nach zweien gestattet. Infolgedessen sind die Bedingungen des Kampfes um Dasein hier viel schärfere, die Auslese unter den Organismen ist eine viel strengere. Infolgedessen sind auch die Fortschritte hier viel raschere und bedeutendere. Erst hier konnten die höheren Tier- und Pflanzenstämme zu ihrer jetzigen Höhe sich entfalten. Die Anpassung der Wirbeltiere an das Landleben fand wahrscheinlich im Devon statt. Den aquatischen Ursprung verraten noch jetzt die Jugendstadien aller Amphibien, die zum Teil ihre Kiemen dauernd behalten. Viel früher müssen die Arthropoden das Land erreicht haben, indem ihr ältester Typus Peripatus ein Landtier mit Tracheenatmung ist. Seine Vorfahren mögen im Algonkium sich aus dem Süsswasser aufs Land begeben haben, wo dann die drei Tracheatenstämme aus ihnen sich entwickelten. Auch bei diesen finden wir noch Hinweise auf aquatische Herkunft. Unter den Myriopoden führten die karbonischen Euphoberiden zum Teil eine amphibische Lebensweise, und unter den Insekten finden wir im Wasser Larven der Phryganiden, Sialiden, Odonaten, Perliden und Ephemeriden, also von Angehörigen der ältesten Insektenordnungen. Auch die Crustaceen besitzen einige wenige Landbewohner unter den Decapoden, von denen die seit der Kreide bekannten Catometopen zum Teil terrestrisch geworden sind, wie Macrophthalmus, Gelasimus, Gecarcinus, Telphusa; die beiden letzten Gattungen sind seit dem Miozän fossil bekannt. Dazu kommen von den Isopoden die Onisciden, die seit dem Oligozän sich finden. Unter den Mollusken sind nur die stylommatophoren Pulmonaten alle terrestrisch geworden und zwar jedenfalls vorkarbonisch. Dazu kommen von den Prosobranchiern noch die Cyclostomiden, die bis zur Kreide zurückgehen und die Heliciniden, die selbst keine fossilen Reste aufweisen, aber sich an die seit der Trias bekannten Neritiden anschliessen, die Süsswasserformen besitzen, wie oben schon erwähnt wurde. Der Übergang der Würmer

aufs Land hat jedenfalls sehr früh stattgefunden, wenn er sich auch zeitlich nicht bestimmt festlegen lässt. Auch bei diesem jetzt vorwiegend terrestrischen Kreise sind aber die altertümlichsten Formen, die Rotiferen und die Turbellarien aquatisch, unter den letzteren die einfachst organisierten Rhabdocölen sogar marin.

Während von den sieben Kreisen des Tierreiches alle im Meere, sechs im Süsswasser und nur vier auf dem Lande Vertreter besitzen, finden von den elf Pflanzenkreisen sich acht auf dem Lande (73 % gegen 57 %). Sehen wir von den Protisten ab, deren Einteilung in Kreise noch strittig ist, so fallen von den Kreisen

	auf das Meer	das Süsswasser	das feste Land
bei den Metazoen	100 %	83 %	67 %
bei den Metaphyten	14 %	57 %	86 %

Die wichtigste Anpassung an das Landleben wurde von den Bryophyten wahrscheinlich im Algonkium vollzogen, die von limnischen und fluviatilen Confervoideen sich abzweigten. Die niedrigst organisierten Moose (Riccia) haben vielleicht von Anfang an aquatische Arten besessen. Die anderen Archegoniaten und Phanerogamen entwickelten sich dann auf dem Lande weiter. Noch früher müssen die Pilze das Land erreicht haben, und vor ihnen Protophyten. Denn das Vorhandensein von Pilzen sowie von niederen Landtieren muss ja plasmodome Organismen zur Voraussetzung haben.

Die Landorganismen haben teilweise eine rückläufige Entwicklung erfahren, zum Teil durch Parasitismus, auf den wir hier nicht näher eingehen wollen, zum Teil durch Rückkehr ins Wasser bezw. ins Meer. Diese findet gerade bei den typischsten Landgruppen statt. Unter den Mammalien sind zu erwähnen die Pinnipedier, Sirenen und Cetaceen, die, jede folgende Ordnung mehr als die vorhergehende, marin geworden sind und zum Teil dann wieder ins Süsswasser zurückkehrten. Entsprechend dem Grade der Anpassung müssen wir in den Cetaceen die ältesten, in den Pinnipediern die jüngsten Wassertiere sehen, indem die letzten vielleicht im untersten Eozän, die anderen Ordnungen aber sicherlich schon in der Kreide von den echten Landtieren sich abgezweigt haben. Dazu kommen dann noch eine Reihe von amphibisch lebenden Tieren, wie die Lutrinen, Crossopus, Hydrochoerus, Myopotamus, Paludicola, die Castoriden, Chironectes, Ornithorhynchus und andere, die bis auf Enhydris aber nur das Süsswasser aufsuchen. Fand bei den Säugetieren bei drei Ordnungen (= 18 %) eine Rückanpassung an das Meer statt, so ist gleiches bei fünf Ordnungen (= 56 %) der Reptilien der Fall. Rein marin sind unter diesen die Ichthyosaurier und die Sauropterygier geworden. Während wir bei den letzteren die Anpassung an das Wasserleben besonders in der Ausbildung der Flossen beobachten können, indem erst im Lias die eigentlichen Plesiosauriden auftreten, die sich direkt an die triasischen Nothosauriden anschliessen,

erscheinen die Ichthyosaurier im Muschelkalk ganz unvermittelt. Diese Ordnung hat daher jedenfalls am frühesten dem Meerleben sich angepasst, wahrscheinlich bald nach der im Perm erfolgten Abzweigung von den südlichen Mesosauriden, während die Sauropterygier erst in der Trias sich vollkommen zu Meerestieren entwickelten. Doch näherten sie sich niemals dem Fischtypus in Gestalt, Wirbel- und Flossenbildung soweit an, wie die Ichthyosaurier es von Anfang an taten. Auch die Schildkröten wandten sich vielleicht schon im Perm dem Meerleben zu, ebenso wie die Krokodile, die dann wieder zu Süsswassertieren wurden. Typische Meeresreptilien finden wir endlich bei den Lepidosauriern, von denen sich in der Kreide die Pythonomorphen abzweigten durch die Übergangsform der Dolichosauriden. Übrigens ist dies nicht die einzige marine Anpassung der Lepidosaurier. Die Lacertilier haben den Amblyrhynchus von den Galapagosinseln aufzuweisen, einen Iguaniden, der jedenfalls in der Tertiärzeit ins Meer sich wendete, und selbst der höchste Zweig der lebenden Reptilien, der der Ophidier, ist in den Hydrophiden marin geworden, die in Australien ebenfalls im älteren Tertiär aus Elapiden sich entwickelt haben dürften, während die Homalopsiden meist im Süsswasser leben.

In viel geringerem Masse als bei den Vertebraten finden wir diese Rückkehr ins Wasser bei den Arthropoden ausgeprägt. Von den Insekten hat man im Meere nur einen Gyrinus als Vertreter der Coleoteren und Halobates, der auch aus dem Oligozän bekannt ist, als Vertreter der Heteropteren gefunden. Die letzteren weisen überhaupt ziemlich viel Anpassungen an das Wasserleben auf, indem drei Familien, die Hydrometriden, Nepiden und Notonectiden rein aquatisch sind, von denen die ersten bis zum Malm, die letzten bis zum Oligozän zurückgehen. Ebenso besitzen die Käfer drei aquatische Familien in den Dytisciden, Gyriniden und Hydrophiliden. Unter letzteren sind allerdings die Sphäridinen auszunehmen, die auf dem Lande leben. Dazu kommen die im Wasser lebenden, aber nicht schwimmenden Parniden. Letztere finden sich fossil seit dem Malm, die Dytisciden und Gyriniten seit dem Lias, die Hydrophiliden sogar seit dem Keuper. Die Rückanpassung der Käfer ist also schon ziemlich alten Datums. Auch unter den Arachniden fehlen aquatische Tiere nicht. Wir erwähnen unter den Araneinen die Drasside Argyroneta, unter den Acariden die Hydrarachniden, die wie Argyroneta im Miozän sich finden; ferner die Ordnung der Pantopoden, die sogar ins Meer übergegangen sind.

Bei den niederen Tieren wie den Würmern lässt sich aus Mangel an paläontologischen Resten kaum entscheiden, ob ein aquatisches Tier in seinem ursprünglichen Lebensgebiete sich befindet oder ob es sich erst nachträglich dem jetzigen Medium angepasst hat. Wir wenden uns deshalb zu den Pflanzen[1]. Unter diesen finden wir in vielen Gruppen Rückwanderung ins Wasser.

[1] Vergl. hierzu Migula, die Pflanzenwelt der Gewässer 1903. S. 8—89.

Unter den Sympetalen erwähnen wir Utricularia (Lentibulariacee); Limnanthemum, Menyanthes (Gentianeen); Hottonia (Primulacee); unter den Choripetalen Oenanthe (Umbellifere); Trapa (Oenotheracee), Hippuris, Myriophyllum (Halorrhagidaceen); Callitriche (Callitrichacee); Elatine (Elatinacee), die Podostemeen; Aldrovanda (Droseracee); Ranunculus, Batrachium (Ranunculaceen), Nymphaea, Nuphar, Victoria (Nymphäaceen), Nelumbium (Nelumbiacee), Cabombeen; Ceratophyllum (Ceratophyllacee); die Saururaceen; unter den Monokotyledonen die Pontederiaceen; Acorus, Pistia (Araceen), die Lemnaceen; Arundo, Phragmites (Gramineen); alle Helobien; Typha und Sparganium. Dazu kommen noch eine Reihe von Blütenpflanzen, die halb zu Wasserpflanzen geworden sind. Es besitzen also 3 Ordnungen der Sympetalen (33 %), acht der Choripetalen (33 %) und fünf der Monokotyledonen (50 %) Vertreter im Wasser. Von den Familien finden sich entsprechend 6 %, 8 % und 31 % im Wasser.

Verhältnismässig haben also die Monokotyledonen sehr zahlreich dem aquatischen Lebensgebiete sich zugewendet. Von ihren 13 in Betracht kommenden Familien sind 11 rein aquatisch (85 %), während das gleiche nur von 7 Choripetalenfamilien gilt (58 %). Die Gymnospermen haben sich nicht dem Wasserleben angepasst, dagegen sind von den Lycopodinen rein aquatisch die Isoëtaceen (20 % der Ordnungen und Familien), von den Filicinen die Hydropteriden (Marsilia, Pilularia; Salvinia, Azolla). Die ersten gehen bis zum Tertiär, die letzteren bis zum Keuper zurück. Unter den Bryophyten haben sich besonders die Sphagninen dem Wasserleben angepasst, doch fehlt es auch nicht an Bryinen, z. B. finden sich im Süsswasser Hypnum (Hypnacee), Cinclidotus (Grimmiacee), Fissidens (Fissidentacee) sowie die Fontinalaceen, die alle vom Lande aus ins Wasser vorgedrungen sein müssen. Es leiten sich also die meisten Süsswasserpflanzen von Landpflanzen her. Nur die Algen, Conjugaten, Diatomeen, Dinoflagellaten und Schizophyten haben, wie wir sahen, marinen Ursprung.

§ 131. Luft. Wir haben nun zuletzt dem Lebensgebiete der Luft uns zuzuwenden, das von den Tierkreisen nur zwei zu erobern verstanden, und auch von diesen nur wenige Formen. Infolgedessen haben diese eine ausserordentliche Variabilität gezeigt, wie besonders die Vögel und die Insekten, da sie ein vollkommen freies Feld vorfanden, so dass sie an Formenreichtum alle anderen Klassen weit überragen. Besitzen doch die Vögel mit etwa 10250 lebenden Arten mehr als alle anderen Landwirbeltiere (6400 Arten) und fast soviel als alle anderen Wirbeltiere überhaupt (13250 Arten). Die Zahl der Insektenarten aber schätzt man gar auf eine Million und bekannt sind bereits gegen 200000! Erste Versuche zu dem Übergang in die Luft finden wir bei allen Landvertebraten, in gewissem Sinne sogar bei den Fischen (Doras, Dactylopterus, Exocoetus). Unter den Amphibien findet sich der madagassisch-indische Ranide Rhacophorus, unter den Reptilien der indische Agamide Draco;

unter den Säugetieren finden wir Beispiele unter den Marsupialiern (Petaurus), den Rodentiern (Pteromys) und den Primaten (Galeopithecus). Die vollkommene Anpassung an das Luftleben ist aber nur in vier Fällen erzielt worden. Die jüngste Anpassung stellen die Chiropteren dar, die vielleicht in der oberen Kreide von alten Insektivoren sich abzweigten und seitdem wenig verändert sich erhielten, dabei aber viel stärker differentiiert wurden als die auf dem Lande lebenden Insektivoren, indem sie 700 Arten besitzen gegenüber reichlich 300 Insektivorenarten. Die vollkommenste Anpassung stellen die Vögel dar, die im Jura aus Theropoden sich entwickelten, also ebenfalls aus Landtieren. Erst nach und nach erreichten sie aber die Vorzüge, die sie den grössten Erfolg im Kampfe um die Luft davon tragen liessen. Erst nach der Kreideformation wurde der Schädel durch Reduktion der Zähne entlastet, erst während derselben das Federkleid ausgebildet, während die pneumatischen Knochen jedenfalls schon ein altes Erbstück waren, da wir diese bei einzelnen Dinosauriern ebenfalls finden. Vielleicht besassen diese auch schon eine erhöhte Bluttemperatur, wie Häckel annimmt. Freilich konnte diese ihren vollen Wert erst durch die ideale Wärmeisolierung des Federkleides erhalten. Gleichzeitig ist die Ausbildung der Flugmuskulatur vorwärts gegangen, die jetzt etwa 1/6 vom Gesamtgewicht der Vögel beträgt, gegen 1/15 bei den Chiropteren[1]). Ungefähr gleichzeitig mit den Vögeln oder wahrscheinlich noch etwas früher, da sie schon im Lias fossil sich finden, haben ebenfalls aus Theropoden die Pterosaurier sich entwickelt, bei denen wir fast dieselben Entwicklungsprinzipien wie bei den Vögeln finden. Auch sie verwenden nur einen Finger als Stütze des Flugapparates. Auf die älteren langschwänzigen Rhamphorhynchiden folgten im Malm nach Reduktion des Schwanzes die Pterodactylen. An die bezahnten Pterosaurier schliessen in der Kreide die riesigen zahnlosen Pteranodonten sich an. Dem muss eine stärkere Ausbildung der Magenwände entsprochen haben, wie wir sie bei den Vögeln finden. Das Skelett war ebenso pneumatisch, und wir dürfen wohl vermuten, dass auch Luftsäcke nicht fehlten und eine höhere Bluttemperatur vorhanden war. Nach der Form der Flughäute waren besonders die kretazeischen Pterosaurier gute Flieger, und wir finden unter ihnen die gewaltigsten Lebewesen, die sich jemals in die Luft erhoben haben. Trotzdem sie nun damals den Vögeln in mancher Beziehung z. B. im Rückgange der Bezahnung infolge ihres höheren Alters überlegen waren, unterlagen sie schliesslich im Wettbewerbe mit denselben, und zwar dürfte der Hauptgrund hierfür in dem besseren Wärmeschutz zu suchen sein, den das Federkleid gewährte. Infolge des geringeren Wärmeverlustes durch Ausstrahlung bedurften die Vögel geringerer Nahrungszufuhr bezw. konnten sie bei gleicher dieselbe zu anderen Zwecken verwenden.

---

[1]) Simroth, Abriss der Biologie der Tiere. Leipzig 1901. I. S. 40.

Während die Wirbeltiere Flugorgane hauptsächlich mit Hilfe ihrer Vordergliedmassen sich schufen, haben die Insekten auf ganz andere Weise schon vor dem Silur das gleiche Ziel erreicht. Der Weg, den sie dabei einschlugen, ist allerdings noch nicht klar. Häckel nimmt an, dass die Flügel durch Funktionswechsel aus blattförmigen Kiemen entstanden seien, wie sie die Ephemeridenlarven noch jetzt besitzen. Dann müssten die beflügelten Insekten direkt aus aquatischen Tieren sich entwickelt haben, die allein solche freie Kiemen besitzen. Dem widerspricht aber Häckels eigene Annahme, dass die flugfähigen Insekten von unbeflügelten abstammen, die auf dem Lande leben, und mit denen sie in ihrer sonstigen Struktur übereinstimmen. Demnach erscheint als das wahrscheinlichste die Annahme, dass die Flügel sich aus Hautfalten entwickelt haben, die zunächst fallschirmartig wirkten.

Wie bei den Landtieren hat auch bei den Lufttieren zuweilen eine Rückentwicklung stattgefunden. Bei den Vögeln bildete sich schon in der Kreide der Ratitentypus aus, indem aus den verschiedensten Ordnungen besonders aber aus den Gruiformen Vögel das Flugvermögen einbüssten. Andererseits breiteten die Vögel sich auch nach dem Meere hin aus, und einige wie die Alciden und besonders die Sphenisciden passten sich gänzlich dem Wasserleben an, während andere die Flugfähigkeit noch beibehielten. Auch diese Anpassung fand jedenfalls schon vortertiär statt.

Besonders häufig war diese Rückkehr bei den Insekten, von deren Anpassung an das Wasserleben wir schon gesprochen haben. Fast alle flügellosen Insekten mit Ausnahme der Thysanuren sind rückgebildete Fluginsekten. Dies gilt also z. B. unter den Hymenopteren von den Formicidenarbeitern, von den parthenogenetischen Formen der Cynipiden, unter den Lepidopteren von weiblichen Bombyciden, Geometriden und Microlepidopteren, unter den Dipteren von den Puliciden, Brauliden, einigen Hippobosciden (Melophagus, Lipoptena), unter den Coleopteren von dem weiblichen Lampyris sowie von Meloë, unter den Hemipteren von den Pediculiden, den Aphididenammen, Cimex, unter den Neuropteren von den weiblichen Stylopiden, unter den Orthopteren und Archipteren von einigen Psociden (Troctes, Atropos), Grylliden, Phasmiden, den Termitenarbeitern. Bei allen diesen lässt sich die nahe Verwandtschaft mit geflügelten Insekten nachweisen, während dies bei den Thysanuren nicht angängig ist. Diese Rückanpassung mag bei einigen der Tiere schon früh (Lias?) eingetreten sein (Formiciden, Termitiden). Dagegen sind Cynipiden, Microlepidopteren, Lampyris, Cimex, Stylopiden, Troctes, Phasmiden erst seit dem Oligozän, Bombyciden seit dem Eozän, Aphididen seit dem Wealden bekannt, doch kann ihr wirkliches Alter beträchtlich höher sein.

§ 132. Zusammenfassung. Wir stellen nun die Klassen und Unterklassen des Tier- und Pflanzenreichs übersichtlich zusammen unter

Angabe ihres Vorkommens in den drei Hauptlebensgebieten: Meer (M.), Süsswasser (S.), Land und Luft (L.). Das Vorkommen wird durch ein liegendes Kreuz ×, das Ursprungsgebiet durch ein Doppelkreuz ×× bezeichnet.

	M.	S.	L.
Vertebrata:			
Placentalia	×	×	××
Marsupialia		×	××
Prototheria		×	××
Carinatae	×	×	××
Ratitae			××
Saurura			××
Dracones			××
Eureptilia	×	×	××
Lissamphibia . . .		××	×
Phractamphibia . .		××	×
Teleostei	××	×	
Ganoidei	××	×	
Dipnoi	×	××	
Selachii	××	×	
Cyclostomi	××	×	
Leptocardii	××		
Arthropoda:			
Insecta	×	×	××
Arachnida	×	×	××
Diplopoda			××
Chilepoda			××
Malacopoda	(××)	(×)	×
Thoracostraca . . .	××	×	×
Arthrostraca . . .	××	×	×
Leptostraca	××		
Merostomata . . .	××	×	
Entomostraca . . .	××	×	
Mollusca:			
Cephalopoda . . .	××		
Pteropoda	××		
Gastropoda	××	×	×
Scaphopoda	××		
Lamellibranchiata .	××	×	
Amphineura	××		
Echinodermata:			
Holothuroidea . . .	××		
Euechinoidea . . .	××		
Palechinoidea . . .	××		
Stellerida	××		
Ophiurida	××		
Blastoidea	××		
Cystoidea	××		
Eucrinoidea	××		
Vermes:			
Tunicata	××		
Chaetopodes . . .	××	×	×
Hirudinae		××	×
Brachiopoda . . .	××		
Ektoprocta	××	×	
Endoprocta	××		
Gephyrea	××		
Enteropneusta . . .	××		
Nemathelminthes . .	××	×	×
Rotifera	××	×	
Cestodes	××	×	×
Trematodes	××	×	×
Turbellarii	××	×	×
Coelenterata:			
Ctenophora	××		
Discophora	××		
Hydroida	××	×	
Siphonophora . . .	××		
Zoantharia	××		
Alcyonaria	××		
Calcispongiae . . .	××		
Silicispongiae . . .	××	×	
Malthospongiae . .	××		
Gastraeades . . .	××		
(Blastaeades) . . .	(××)		
Protozoa:			
Ciliata	××	×	
Acinetae	××	×	
Flagellata	××	×	
Rhizopoda	××	×	
Monera	××	×	

	M.	S.	L.
Angiospermae:			
Sympetalae		×	××
Choripetalae . . .		×	××
Monocotyledones . .		×	××
Gymnospermae:			
Gymnospermae . .			××
Pteridophyta:			
Lycopodinae . . .		×	××
Equisetinae			××
Filicinae		×	××
Bryophyta:			
Musci		×	××
Hepaticae		××	×
Lichenes			
Lichenes			××
Fungi:			
Basiomycetes . . .			××
Ascomycetes . . .			××
Mesomycetes . . .		××	×

	M.	S.	L.
Gamophyceae:			
Rhodophyceae . . .	××	×	
Dictyotaceae . . .	××		
Phaeophyceae . . .	××	×	
Characeae	××	×	
Chlorophyceae . . .	××	×	
Phycomycetes:			
Phycomycetes . . .	××	×	×
Protophyceae:			
Siphoneae	××	×	
Conjugatae	××	×	
Diatomeae	××	×	
Dinoflagellata:			
Dinoflagellata . . .	××	×	
Schizophyta:			
Schizomycetes . . .	××	×	×
Schizophyceae . . .	××	×	×
Myxothallophyta:			
Myxomycetes . . .	(××)	(×)	×

Die Einteilung des Tier- und Pflanzenreichs in Klassen ist nun freilich einer ziemlichen Willkür unterworfen, indem der eine als Unterklasse ansieht, was dem andern nur eine Ordnung ist, so dass auf sie bezügliche relative Zahlen nur einen beschränkten Wert haben können. Immerhin ist ein Vergleich auf Grund der oben stehenden Zusammenstellung nicht uninteressant. Auch ändern sich die Zahlen nicht wesentlich, wenn eine andere systematische Einteilung zugrunde gelegt wird. Wir fassen die Klassen einmal in zwei und einmal in drei Gruppen zusammen.

Nach ihrer Verbreitung verteilen sich dann die Klassen und Unterklassen in Prozenten folgendermassen:

	Klassen	Meer	Süsswasser	Land	Durchschnitt
Tiere	68	84 %	51 %	35 %	57 %
Pflanzen	26	50 „	77 „	65 „	64 „
Metazoen	63	83 %	48 %	38 %	56 %
Metaphyten	18	28 „	67 „	72 „	56 „
Protisten	13	100 „	100 „	31 „	77 „
Organismen	94	74 %	59 %	44 %	59 %

Aus diesen Zahlen ergibt sich wieder der wesentliche Unterschied zwischen Pflanzen und Tieren. Besonders deutlich tritt er bei Ausscheidung der Protisten hervor. Die Metazoen sind vorwiegend marin, die Metaphyten terrestrisch. Das Süsswasser nimmt bei beiden eine Mittelstellung ein. Aus den Durchschnittszahlen ersehen wir, dass im allgemeinen jede Klasse auf zwei Lebensgebiete sich verteilt. Besonders beschränkt in ihrer Verbreitung sind die Metaphyten und Metazoen, am ausgebreitetsten (2¹/₃ Gebiet) die Protisten.

Legen wir die Systematik Häckels der Berechnung zugrunde, der im ganzen 185 Legionen annimmt, also fast genau doppelt soviel wie wir, so erhalten wir im ganzen ein ähnliches Resultat, wenn auch die einzelnen Zahlen ziemlich stark abweichen. Es ergeben sich nämlich für die

131 Metazoen	78 %	32 %	31 %
24 Metaphyten . . .	17 „	50 „	83 „
30 Protisten	90 „	57 „	7 „
185 Organismen . . .	72 %	38 %	34 %

Der Unterschied zwischen Metazoen und Metaphyten tritt hier sogar noch schärfer hervor.

Fragen wir nach dem Ursprungsgebiete, so ergeben sich folgende Zahlen:

	Meer	Süsswasser	Land
Tiere	76 %	6 %	18 %
Pflanzen	50 „	8 „	42 „
Metazoen	75 %	6 %	19 %
Metaphyten	28 „	11 „	61 „
Protisten	100 „	—	—
Organismen	69 %	6 %	25 %

Von den Legionen Häckels stammen 67 % aus dem Meere, 7 % aus dem Süsswasser, 26 % vom Lande. Dies sind fast die gleichen Werte!

Auch hier zeigt sich der gleiche Unterschied zwischen Tieren und Pflanzen, ausserdem auch die verhältnismässig geringe Bedeutung des Süsswassers als Ursprungsgebiet, die seiner geringen Ausdehnung und seiner Zusammenhangslosigkeit entspricht.

c) Entstehung des Lebens.

§ 133. Wir stehen nun am Anfange des organischen Lebens überhaupt und damit vor der Frage, die die schwierigste in der Entwicklungsgeschichte der Erde ist, in welcher Weise nämlich das organische Leben entstanden ist. Eine nichtkausale Neuschöpfung anzunehmen, ist für die Wissenschaft unmöglich; die vermittelnde Vermutung, dass

das Leben in seiner niedrigsten Form als Dauersporen aus dem Weltenraume auf die Erde gelangt sei, schiebt die Lösung der Frage nur um weitere Jahrmillionen zurück oder nimmt eine ewige Dauer des organischen Lebens und damit eine fundamentale Dualität in der Natur an, gegen die die chemische Beschaffenheit der Organismen spricht, die nur Elemente enthalten, die auch in der anorganischen Natur sich finden. Es bleibt somit nur die Annahme der Urzeugung auf der Erde möglich. Es handelt sich dabei in der Hauptsache um zwei Faktoren. Das physiologische Leben beginnt mit der Bildung des ersten Eiweissmoleküls. Ausserdem ist aber die Entstehung der ersten Empfindung zu erklären, aus der im Laufe der Entwicklung alle höheren physiologischen und psychologischen Funktionen hervorgingen. Das Eiweissmolekül kann sich erst gebildet haben, als auf der Erdoberfläche das Wasser sich niederzuschlagen begonnen hatte und beträchtlich unter den Siedepunkt abgekühlt war. Die Bildung von organischen Verbindungen ist an sich nicht wunderbarer als die von anorganischen; auch diese sind nur unterhalb einer bestimmten kritischen Temperatur möglich, über derselben dissoziieren sich ihre Elemente. So kann Quecksilberoxyd nicht über einer Temperatur von 500° C bestehen, Silberoxyd zerfällt bei noch niederer Temperatur, bei höherer werden auch die Oxyde der anderen Metalle zersetzt. So müssen wir annehmen, dass in der umkehrenden Schicht der Sonnenatmosphäre Dämpfe von Eisen, Chrom, Nickel, Kobalt, Blei, Zink und anderen Metallen, sowie Wasserstoff neben Sauerstoff vorkommen, ohne sich mit diesem zu verbinden, da die entsprechenden Absorptionslinien des Spektrums ganz scharf sind. Erst bei niederer Temperatur, wie sie wahrscheinlich in den Sonnenflecken herrscht, tritt eine Verbindung ein, die sich im Spektrum dadurch kennzeichnet, dass die Linien einfach verwaschen erscheinen[1]). Auch elementare Moleküle unterliegen der Zersetzung. Das achtatomige normale Schwefelmolekül wird beim Erhitzen bis zu 1000° allmählich zweiatomig[2]). Ebenso haben sich bei einer Temperatur unter 100° die organischen Verbindungen bilden können, die alle eine sehr niedrige Zersetzungstemperatur besitzen. So zerfällt z. B. Oxalsäure bei 160°. Sicherlich müssen aber besonders günstige Bedingungen bei der ersten Bildung von organischen Körpern bestanden haben, da wir jetzt zwar imstande sind, einzelne organische Verbindungen aus unorganischen herzustellen, aber nur durch ziemlich komplizierte Prozesse. Zunächst herrschte während der Bildungszeit des ersten Eiweissmoleküls jedenfalls eine höhere Temperatur, und damit ist eine wenn auch nur geringe Lockerung des Molekulargefüges, eine grössere Neigung zur Umbildung der Moleküle verbunden. Bei höherer Temperatur mussten aber auch grössere Mengen von Wasserdampf in

1) Wislicenus, Astrophysik. Leipzig 1899. S. 31, 33—34.
2) Schmidt, Metalloide. 1904. S. 93.

der Atmosphäre enthalten sein, zu denen noch grosse Mengen Kohlensäure kommen, die noch nicht durch die assimilierende Tätigkeit der Pflanzen hatten reduziert werden können. Dadurch wurde der Druck auf der Erdoberfläche ausserordentlich erhöht. Ein höherer Druck konnte aber eine Bildung vielatomiger Moleküle nur befördern, wie uns das Eiweissmolekül eines zeigt. Bei diesem Prozess der Eiweissbildung kann das Sonnenlicht nicht unwirksam gewesen sein, infolgedessen muss die Bildung in den obersten marinen Schichten vor sich gegangen sein, jedenfalls im litoralen Gebiete, wo dem Wasser reichlicher fremde Bestandteile zugeführt werden, aus denen der im Eiweiss enthaltene Schwefel und Phosphor herstammen dürfte, ebenso vielleicht der grösste Teil des Stickstoffes, falls nicht die zunächst sich bildenden Verbindungen ähnlich manchen Bakterien die Eigenschaft besassen, freien Stickstoff zu assimilieren. Selbstverständiich ist nicht das ganze komplizierte Eiweissmolekül auf einmal entstanden. Die ersten Verbindungen bestanden vermutlich aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, die durch Wechselwirkung von Kohlensäure und Wasser entstanden waren unter Bedingungen, die jetzt nicht mehr existieren und jedenfalls nur eine Zeit in der archäischen Periode angedauert haben. Diese drei Stoffe bilden auch sowohl der Atomzahl als dem Gewichte nach (ca. 81 %) die Hauptmasse des Eiweissmoleküls [1]. Es war dies bereits ein Reduktionsvorgang. Denn den ca. 52,5 % Kohlenstoff und 69 % Wasserstoff des Eiweissmoleküls würden ohne Reduktion $140 + 55{,}2 = 195{,}2$ % Sauerstoff entsprechen anstatt 21,8 %, so dass also mehr als $^8/_9$ des Sauerstoffes ausgeschieden werden mussten. Infolgedessen ist zu diesem Prozesse eine ausserordentlich grosse Menge Energie notwendig, die in der Hauptsache durch die Sonnenstrahlung geliefert worden sein dürfte. Die verbrauchte Energiemenge ist gleich der bei der Wiederoxydation frei werdenden Wärmemenge. Nun liefert 1 kg Wasserstoff beim Verbrennen 34000, 1 kg Kohlenstoff 8080 Kalorien. Da im Eiweiss bereits Sauerstoff enthalten ist, so sind nur noch 88,8 % vom Kohlenstoff und Wasserstoff zu oxydieren. Infolgedessen lieferte 1 kg des angenommenen ternären Ureiweisses 7209 Kalorien Wärme. Ebensoviel Wärme musste aber auch zugeführt werden, um den Reduktionsprozess durchzuführen. In das mechanische Wärmeäquivalent umgerechnet ergibt das eine Arbeit von 3'056616 Meterkilogramm. Später erst wurde Stickstoff in Form von Salpetersäure aufgenommen, wobei eine abermalige Reduktion eintreten musste, die Wärme verbrauchte, und endlich wurde durch Aufnahme von Schwefel und Phosphor das einfachste Eiweissmolekül vervollständigt, ebenfalls durch Reduktion, wobei für jedes Kilogramm Schwefel 2220, für jedes Kilogramm Phosphor 6470 Kalorien verbraucht wurden. Als Grund-

[1]) Durchschnittszahl nach den Werten in Legahn, Physiologische Chemie. 1905. 1. S. 13—14.

materialien für die Gewinnung dieser Elemente müssen wir für die erste Zeit ausschliesslich Nitrate, Sulfate und Phosphate annehmen und zwar hauptsächlich, bei den letzten ausschliesslich, von Alkalimetallen. Noch jetzt sind die Sulfate ziemlich reichlich im Meerwasser vertreten, indem sie 10,8 % von dessen Salzgehalt ausmachen d. h. 0,4 % des Meerwassers [1]). Dagegen wird jetzt die durch Verwitterung frei werdende Phosphorsäure durch die Pflanzen verbraucht, die ohne sie nicht wachsen können, und ähnliches gilt von der Salpetersäure. Aus diesem Grunde erklärt es sich, dass Nitrate und Phosphate jetzt keine Rolle im Meere mehr spielen. Mit ihrem Rückgange schwand eine der Bedingungen, die die Urzeugung ermöglichten. Dies geschah also etwa um die Zeit, als die niedrigsten Protophyten vom festen Lande Besitz ergriffen. Wie diese, so sind auch mit der Zeit die anderen Bedingungen geschwunden, hoher Druck, hohe Temperatur, Kohlensäurereichtum der Luft, und damit wurde eine weitere Urzeugung unmöglich. Keinesfalls kann sie noch in der Jetztzeit am Grunde der Tiefsee stattfinden, wie man eine Zeitlang gedacht hat, da hier völlig die, wie wir sahen, sehr notwendige Energiequelle für den Reduktionsprozess fehlt. Immerhin kann der Prozess der Urzeugung lange Zeit hindurch stattgefunden haben, so dass die ersten Urwesen wahrscheinlich keinen monophyletischen Ursprung besitzen. Bei ihrem völligen Mangel an äusserer und unserer unzureichenden Kenntnis ihrer inneren Gliederung können wir aber diese Frage nicht entgültig entscheiden.

§ 134. Ist nun die Empfindung, die wir auch dem niedrigsten Organismus zuschreiben müssen, wie dem Myxomyceten Fuligo, der Lohblüte, die vor grellem Lichte flüchtet, etwas absolut Neues, das nur dem organischen Plasma zukommt? Wir müssen aus Gründen der Kontinuität auch diese Frage verneinen. Wollen wir nicht hier den Sprung machen, der sonst überall im Bereiche der Naturwissenschaften überflüssig geworden ist, so müssen wir annehmen, dass die äussersten Anfänge von Empfindung auch in der anorganischen Welt sich finden, dass die Empfindung im weitesten Sinne eine allgemeine und von vornherein gegebene Eigenschaft der Materie ist ebenso wie die Ausdehnung, die Undurchdringlichkeit, die Trägheit. Selbstverständlich nimmt sie in der anorganischen Welt andere Formen an, wie in der organischen, ebenso wie sie bei den Tieren anders erscheint als bei den Pflanzen. Wie aber bei den letzteren die oben weit klaffende Kluft durch die Protisten lückenlos ausgefüllt wird, so, müssen wir annehmen, ist es einst auch zwischen der anorganischen und der organischen Natur geschehen. Man hat vielfach und nicht mit Unrecht den Kristallisationsvorgang mit dem organischen Leben verglichen. Dieses den Mineralien innewohnende Richtprinzip, das die Grenz- und die Spaltflächen unfehlbar in demselben Winkel zueinander orientiert, ist

---

[1]) Nach Schott, Physische Meereskunde. 1903. S. 43.

aber viel älter als das organische Leben, es trat in Wirksamkeit, sobald die Mineralien aus dem Schmelzflusse erstarrten. Jetzt sind die Kristallformen unveränderlich, und man spricht ihnen deshalb die Entwicklung ab, ob mit Recht, ist sehr die Frage. Auch die Radiolarien, selbst die Schwämme, standen im Kambrium fast auf derselben Stufe der Entwicklung wie jetzt, und gleiches gilt jedenfalls von den meisten Protisten. Bei diesen nehmen wir an, dass ihre Entwicklung in einer früheren Zeit erfolgte, aus der wir keine paläontologischen Urkunden besitzen; eine ähnliche Annahme können wir auch bei den Kristallen machen. Unter den gänzlich anderen Druckverhältnissen der ersten Zeit, als noch grosse Wassermassen der Ozeane in Dampfform in der Atmosphäre enthalten waren, ganz abgesehen von den Mengen von Kohlensäure und anderen Gasen, und als der Wasserdampf allein einen Druck von über 250 Atmosphären ausübte (entsprechend einer allgemeinen Ozeanhülle von 2500 m Tiefe ohne Berücksichtigung der damals etwas grösseren Dimensionen des Geoids), konnte der Kristallisationsvorgang zum Teil ganz anders verlaufen, als wir es zu sehen gewöhnt sind. Das Zustandekommen verschiedener Kristallformen unter verschiedenen Bedingungen beobachten wir ja noch jetzt an polymorphen Körpern. So kristallisiert der Schwefel bei einer Temperatur von mehr als 98° im monoklinen, bei niedriger im rhombischen System. Eine Modifikation geht allmählich in die andere nach Überschreitung dieser Schwelle über. Man erklärt diese Erscheinung durch verschiedene Atomzahl in den Molekülen, jedenfalls haben wir es aber hier mit einer Art von Entwicklungsvorgang zu tun. Die monokline Kristallform muss beträchtlich älter sein als die rhombische, da sie allein existieren konnte, als die Temperatur der Erdkruste zwischen 120° und 98° gelegen war, während von der letzteren Temperatur an die rhombische Form die normale wurde. Ebenso kristallisiert der Kohlenstoff hexagonal als Graphit und regulär als Diamant, letzteres jedenfalls bei hohem Druck, und bei nicht zu hoher Temperatur, in der der Diamant in Graphit sich verwandelt wie der α-Schwefel in β-Schwefel, der Phosphor kryptokristallin als roter, regulär als weisser Phosphor. Nach dem Verhalten gegenüber der Wärme erscheint der rote Phosphor als der ältere. Bemerkt sei hier noch, dass die polymorphen Kristalle von Schwefel und Kohle benachbarten Kristallsystemen angehören. Der ältere monokline Schwefel hat eine, der jüngere rhombische drei Symmetrieebenen, der Graphit besitzt sieben, der Diamant neun derselben. Auch beim Phosphor hat wie beim Schwefel die ältere Form weniger Symmetrieebenen, da sie stark doppelbrechend ist und folglich nicht regulär kristallisiert sein kann. Es führen diese Tatsachen auf den Gedanken, dass im allgemeinen die Symmetrie der Kristalle mit der Zeit, besonders mit abnehmender Temperatur zunimmt. Betrachten wir die gesteinsbildenden Mineralien, so kristallisieren die sehr feuerbeständigen Silikate meist in wenig symmetrischen Kristallen. Das Hauptmineral, der Feld-

spat, ist triklin als Plagioklas, monoklin als Orthoklas. Monoklin sind auch die nächstwichtigen Gemengteile der Eruptivgesteine, der Gneise und der kristallinischen Schiefer: Glimmer, Hornblende, Augit sowie Chlorit. Dazu kommen zahlreiche rhombische Mineralien wie z. B. Talk, Olivin, Bronzit, Hypersthen, Enstatit. Dagegen ist nur der Nephelin hexagonal, der Granat regulär. Der Quarz tritt in den Eruptivgesteinen nicht vollkristallinisch auf, erst in sekundärer Ablagerung zeigt er die hexagonale Kristallisation. Von den nur bei geringeren Hitzegraden beständigen Karbonaten ist der Aragonit rhombisch, der Kalkspat und Dolomit hexagonal, von den beständigeren Sulfaten der Gips monoklin, Anhydrit rhombisch. Von in grösseren Massen vorkommenden Mineralien ist nur das Steinsalz regulär, das erst sehr spät, nach der Bildung des Meeres sich gebildet haben dürfte. Sonst finden wir reguläre Kristalle hauptsächlich bei gediegenen Metallen und bei deren Sulfiden, sowie bei Haloiden, die alle erst sekundär sich gebildet haben. Wenn sich also auch noch keine Entwicklungsreihe aufstellen lässt, so widersprechen doch diese Tatsachen nicht der Annahme, dass eine Entwicklung vom Amorphismus über die Asymmetrie des triklinen Systems bis zu der höchsten Symmetrie im regulären Systeme stattgefunden hat.

Dieses Kristallisationsprinzip der anorganischen Natur finden wir nun auch bei den niederen Organismen zum Teil wieder und dies stellt noch jetzt eine schwache Brücke zwischen dem organischen und dem anorganischen Gebiete dar. In erster Linie sind die Kieselskelette der Radiolarien und der Silicispongien zu erwähnen, die durchaus nicht als einfache Kieselsäurekristallisationen aufzufassen sind, da sie nicht durchaus dem hexagonalen Systeme angehören. Auch die Calcispongien sind hier zu erwähnen. Einen mathematische Gesetze befolgenden Aufbau zeigen ferner besonders die Anthozoen, Crinoideen, Asteroideen und Echinoideen; in gewissem Grade finden wir das Richtprinzip auch in der Schalenbildung der Foraminiferen, Brachiopoden und Mollusken wieder, ebenso wie bei den Diatomeen. Es erübrigt sich, hier auf diese bekannten Tatsachen im einzelnen einzugehen. Selbst die lebenden Zellen ordnen sich oft in einer Weise, die an Kristallisationsvorgänge erinnert, so z. B. bei der kleinen Alge Pediastrum [1]).

Wir nehmen also an, dass es Leben im weitesten Sinne gegeben hat, solange es eine Materie gab; gewissermassen konzentriert wurde es, abgesehen von den anorganischen Kristallisationsvorgängen, sobald sich in dem ersten Eiweissklümpchen ein geeignetes Material bot, das wegen seiner komplizierten chemischen Zusammensetzung die mannigfachsten Umformungen und damit Lebenserscheinungen gestattete. Aus diesen gestaltlosen Eiweisskörnchen erwuchsen allmählich die ersten Zellen, freilich nicht direkt. Denn wenn auch die Zellen die Bausteine

---

1) Francé, Das Leben der Pflanze. Bd. II. 1907. S. 106.

sind, aus denen alle Metaphyten und Metazoen sich zusammensetzen, wenn auch fast alle Protisten Zellen darstellen, so sind sie doch nicht die einfachsten organischen Gebilde. Jede ist bereits in drei Hauptteile gegliedert: Kern, Plasma und Zellhülle, und bei den beiden ersteren ist durch neuere Untersuchungen zweifellos festgestellt, dass sie keine einheitlichen Gebilde sind, wenn auch über ihre Struktur noch ein harter Kampf ausgefochten wird. So spielen im Zellkern die Chromosomen, die Träger der Vererbung, eine grosse Rolle, um deren Erforschung sich besonders Boveri[1]) ein grosses Verdienst erworben hat, der ihre Eigenschaften einer experimentellen Untersuchung unterzog. Ebenso zeigt das Plasma sehr komplizierten Bau, der von Bütschli[2]) als Wabenstruktur bezeichnet wird, eine Anschauung, wie sie schon vor ihm Kunstler[3]) vertrat. Von anderer Seite, wie von Flemming[4]) und Fayod[5]), wird dagegen auf das Auftreten von fadenartigen sich schlängelnden Gebilden der Hauptwert gelegt. Diese Differentiierung der Zelle kann nachträglich erworben sein; dies ist, beiläufig gesagt, die Ansicht von Häckel[6]), der deshalb aber doch nicht die Zelle als Urelement ansieht; sie kann aber auch auf einem Aufbau aus Urzellen beruhen, die Darwin als Gemmulae, Häckel als Plastidulen, Plassonellen bezw. Micellen bezeichnete, und für die noch zahlreiche andere Worte geprägt worden sind. Diese Plastidulen setzten sich zuerst zu kernlosen Gebilden zusammen, die Häckel als Cytoden bezeichnet, und aus denen durch Differentiation die Zellen hervorgingen. Die Plastidulen selbst sind als Aggregate von Eiweissmolekülen aufzufassen, wobei aber diese selbst wieder aus der Verbindung einfacherer Eiweissmoleküle hervorgegangen sind. Wir können also bei der Ausbildung der ersten Organismen etwa folgende Stufen unterscheiden, die sich im wesentlichen an Häckel anschliessen:

1. Bildung ternärer Verbindungen aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff.
2. Bildung quaternärer Verbindungen durch Aufnahme von Stickstoff.
3. Bildung senärer Verbindungen durch Aufnahme von Schwefel und Phosphor.

---

1) Boveri, Ergebnisse über die Konstitution der chromatischen Substanz des Zellkerns. Jena 1905.

2) Bütschli, Untersuchungen über mikroskopische Schäume und das Protoplasma. Leipzig 1892.

3) Kunstler, Recherches sur la morphologie des Flagellés. Bulletin scientifique de la France et de la Belgique. 3. sér. Paris 1889.

4) Flemming, Beiträge zur Kenntnis der Zelle und ihrer Lebenserscheinungen. Archiv für mikroskopische Anatomie. 1880 und 1881.

5) Fayod, Structure du protoplasma vivant. Revue générale de Botanique. t. 3. 1891.

6) Häckel, Syst. Phylogenie. I. S. 38.

4. Ausbildung von einfachen Eiweissmolekülen, ähnlich den Peptonen.
5. Komplikation der Moleküle: Propeptone: Albumose, Fibrinose, Globulose.
6. Weitere Komplikation: Syntonine.
7. Weitere Komplikation: Proteine: Albumin, Fibrin, Globulin, Kasein usw.
8. Bildung von Micellen (Plastidulen), kristallinisch, unter der mikroskopischen Sichtbarkeitsschwelle.
9. Bildung von Plassonellen: Aggregate, eben mikroskopisch sichtbar.
10. Bildung von Cytoden.
11. Bildung von Zellen.

Wenn wir diese Reihe betrachten, so erkennen wir einen weiteren Grund für die scheinbare Kluft zwischen organischer und anorganischer Welt: die Übergangsstadien entziehen sich unserem Auge, selbst wenn sie noch leben sollten. Wir können hier also nur Fortschritte von einer Vervollkommnung unserer Mikroskope erwarten.

Es kann nun die Frage nicht übergangen werden, ob diese Konzentration des Lebens an die Kohlenstoffverbindungen gebunden war, die jetzt die organische Grundlage des Lebens bilden. Von allen Elementen ist das Silicium dem Kohlenstoff am nächsten verwandt. Beide haben die gleiche chemische Wertigkeit und viele Verbindungen von ihnen entsprechen einander. Besonders wichtig ist, dass dem Methan CH_4 und Äthan C_2H_6 entsprechend ein Silikomethan SiH_4 und ein Silikoäthan Si_2H_6 haben dargestellt werden können. Es ist nicht unmöglich, dass es auch homologe Reihen von Kieselwasserstoffen gibt, von denen in ähnlicher Weise wie bei den Kohlenwasserstoffen die mannigfaltigsten Verbindungen abgeleitet werden könnten. Allerdings existieren diese Verbindungen nicht unter normalen Verhältnissen. Da die Siliciumverbindungen meist sehr feuerbeständig sind, so wäre es nicht unmöglich, dass vor den Kohlenstofforganismen Siliciumorganismen bestanden hätten, wie es bereits früher angenommen worden ist, mehr als eine kühne Hypothese kann man in dieser Ansicht aber kaum sehen. Keinesfalls könnten diese hypothetischen Siliciumorganismen in irgend eine direkte Beziehung zu den jetzigen Kohlenstofforganismen gebracht werden. Das organische Leben überhaupt beginnt also für uns mit der Entstehung des Eiweisses in den litoralen Gebieten, jedenfalls schon früh in der Gneisformation, in der es wahrscheinlich in den Protophyten auch das Festland, in den Protozoen wenigstens das Süsswasser erreichte.

§ 135. Synchronistische Tabellen. Am Schlusse unserer Betrachtung der Biogeographie der Jetztzeit und Vorzeit und der Entwicklung des organischen Lebens geben wir im folgenden noch einen synchronistischen Überblick über die Entwicklungsstadien der Hauptorga-

nismenzweige. Da wir über die Zeitdauer der einzelnen Formationen nichts Bestimmtes wissen, so verwenden wir als Grundlage die Mächtigkeit derselben und stellen dieselbe in der Figur 11 im Massstabe 1 : 375000 dar, so dass also 1 cm in der Figur 3,75 km in Wirklichkeit entspricht. Als Beispiele für die Entwicklung wählen wir von den Vertebraten die Placentalier, von den Arthropoden die Hymenopteren, von den Mollusken die Octopoden, von den Echinodermen die Spatangiden, von den Pflanzen die Sympetalen. Ausserdem ist die Lebensdauer einiger der wichtigsten Organismengruppen angedeutet, die hierauf bezüglichen Namen sind durch den Druck von den anderen unterschieden, die die angenommenen Vorfahren der betrachteten modernen Organismen bezeichnen.

Die Lebensdauer der Hauptgruppen ist dann auf einer zweiten Tafel (Fig. 12) graphisch dargestellt, wobei ebenfalls die Formationen entsprechend ihrer Mächtigkeit angenommen wurden. Der Massstab ist hier 1 : 750000. In Betracht gezogen sind in der Hauptsache Klassen und Ordnungen. Dabei sind die weiteren in der Tabelle auf S. 370—378 angegebenen Grenzen angenommen, während die Entwicklungstafel das Mindestmass der Entwicklungszeit angibt. Aus diesem Grunde stimmen beide Tafeln nicht völlig miteinander überein.

In der Figur sind die Linien in Formationen mit fossilen Resten voll ausgezogen, Strichelung bezeichnet ein hypothetisches Vorkommen. Wir sehen aus diesen Tafeln, dass das organische Leben tatsächlich schon sehr früh in der Gneisformation begonnen haben muss, dass es vielleicht fast bis auf den Anfang derselben zurückgeht, soweit uns deren Schichten bekannt sind. Sind auch die untersten Gneise, die in Bayern am Grunde der etwa 30000 m mächtigen Schichtenfolge liegen, metamorphosierte Schichtgesteine, so muss ja damals bereits die Erdkruste unter den Siedepunkt abgekühlt gewesen sein, da sonst fliessendes Wasser nicht hätte existieren und Trümmergesteine aufhäufen können. Allerdings lag dieser Siedepunkt bei dem hohen Atmosphärendruck beträchtlich höher, nämlich bei 364,3° C, da das Wasser schon bei 194,6 Atmosphären Druck erst bei dieser kritischen Temperatur siedet, bezw. der Dampf sich kondensiert. Bei dieser Temperatur musste also das erste Wasser sich niederschlagen und konnte lösend und aufhäufend wirken, doch erscheint es sehr fraglich, ob wir diese ältesten Sedimentschichten im untersten Gneis vor uns haben. Wäre dies der Fall, dann müsste das organische Leben allerdings beträchtlich höher beginnen, denn es muss eine lange Zeit vergangen sein, ehe die Erde von 364° bis auf etwa 60° sich abgekühlt hatte. Wir werden später auf diesen Punkt noch einmal zurückzukommen haben (siehe § 213). Möglicherweise haben sich aber die ersten Organismen erst bei etwa 40° gebildet, da dies die Optimaltemperatur vieler niederen Organismen und der meisten Enzyme ist.

	Vertebrata	*Arthropoda*	*Mollusca*	*Echinodermata*	*Phanerogamae*
T. Qu.					
Kr.	*Placentalia* Lepidosauria		Siphonophora	*Spatangidae*	*Sympetalae*
Ju.	Aves *Prodidelphyia*	Brachyura	*Octopoda*	*Holasteridae*	*Choripetalae*
Tr.	Lacertilia *Pantotheria*	*Hymenoptera*	Chondrophora	*Cassidulidae*	*Monocotyledoneae*
P.	Testudinata *Sauromammalia* *Mesosauridae*			Articulata	
Cb.			*Angustisellati*	Cidaridae	*Gnetaceae*
De.	*Proreptilia* *Proamphibia*	Coleoptera Acari	Phragmophora Stylommatophora		Bryinae
Si.	*Prodipnoi* *Proganoidei*	Decapoda Araneae Hemiptera	Basommatophora	*Cystocidaridae*	Lepidodendreae Sphagninae Cordaiteae *Cycadeae*
Cm.	*Proselachii* *Archicrania*	*Neuroptera* Xiphosura *Pseudoneuroptera* *Thysanura*	*Goniatitidae* Siphonida	Blastoidea Tessulata *Palechinoidea*	*Selaginelleae* *Lycopodieae* *Protfilices*
Alg.	*Acrania* *Chordazoa* Bryozoa Brachiopoda	Schizopoda Leptostraca *Promyriopoda* Trilobitae *Malacopoda*	Opisthobranchia Prosobranchia *Orthoceratidae* *Promollusca*	Asteroidea Holothureidea *Procystoidea*	Rhodophyceae *Proriccinae* Phaeophyceae
Sch.	Gephyrea Radiolaria *Rotifera* *Platyhelminthes*	*Proannelida*	*Proamphineura*		*Confervoidea* Fungi
Gn.	*Gastraeades* Proheliozoa *Blastaeades* *Flagellata* Protobosa *Phytoflagellata* *Schizophyta* *Protomonera*				*Dinoflagellata*

Synchronistische Entwicklungstafel.

Lith. Anst. Julius Klinkhardt, Leipzig. Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig. *Dr. Th. Arldt, Kontinente Fig. 11.*

Lebensdauer der Organismengruppen.

Gn. | Sch. | Alg. | Cm | Si. | De. | Cb. | P. | Mes. | K.

Placentalia.
Aplacentalia.
Aves.
Reptilia.

Amphibia.
Stegocephali.
Teleostei.
Ganoidei.
Dipnoi.
Selachii.
Cyclostomi.
Leptocardii.

Hymeno- (Lepido-, Di-) ptera.
Coleoptera.
Hemiptera.
Neuroptera.
Orthoptera.

Arachnoidea.
Araneae.
Myriopoda.
Malacopoda.

Thoracostraca.
Decapoda.
Arthrostraca.
Leptostraca.
Merostomata.
Entomostraca.
Trilobitae
Ostracoda usw.

Cephalopoda.
Ammonoidea.
Gastropoda.
Pulmonata.
Lamellibranchiata.
Amphineura.

Holothurioidea.
Asteroidea-Echinoidea.
Euechinoidea.
Palechinoidea.
Crinoidea.
Eucrinoidea.
Blastoidea.
Cystoidea.

Tunicata.
Brachiopoda.
Bryozoa.
Annelida.
Rotifera.
Gephyrea, Nemathelminthes.
Platyhelminthes.

Ctenophora.
Hydromedusae.
Anthozoa.
Spongiae.
Gastraeades.
Blastaeades.

Protozoa.
Radiolaria.
Foraminifera.

Angiospermae.
Gymnospermae.
Cordaiteae.
Coniferae.

Equisetinae, Lycopodinae.
Lepidodendreae.
Filicinae.

Musci.
Hepaticae.
Fungi.
Rhodophyceae.
Phaeophyceae, Characeae.
Chlorophyceae.

Phytoflagellata.
Protophyceae.
Schizophytae.
Protomonera.

Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig.

Dr. Th. Arldt, Kontinente Fig. 12.



B. Geologisches.

§ 136. Wir haben im vorhergehenden Teile die Entwicklung der Lebewelt der Erde rückwärts verfolgt und aus ihrer Verbreitung Schlüsse auf die alte Geographie von Land und Meer gezogen. Selbstverständlich konnten die dabei gefundenen Resultate nur sehr allgemeiner Natur sein. Wir haben nun zunächst zu prüfen, inwieweit die Geologie mit den von uns gezogenen Folgerungen übereinstimmt und, soweit es möglich ist, mit ihrer Hilfe weitere Einzelheiten festzustellen. Wir werden deshalb zunächst die angenommenen Kontinentalverbindungen vom geologischen Standpunkte aus betrachten und im Anschlusse daran einen kurzen Blick auf die einzelnen Fazies der Formationen werfen, hauptsächlich nach Suess, Credner, Frech, Neumayr, Koken und Lapparent. Dann werden wir zur Betrachtung der archäischen Massen übergehen und endlich einige grosse und bis zu gewissem Grade revolutionäre geologische Erscheinungen ins Auge fassen.

1. Frühere Kontinente und Ozeane.

a) Die Nordatlantis.

§ 137. **Allgemeines.** Wir haben aus biogeographischen Gründen geschlossen, dass Europa vom Silur bis zum Karbon, ferner in der unteren Trias und vom Dogger bis zum Oligozän quer über den Atlantischen Ozean mit Nordamerika verbunden war, und dass selbst in den Zwischenzeiten, im Perm und im Keuper und Lias beide Kontinente nur durch verhältnismässig schmale Ozeanteile getrennt waren, wie ja auch jetzt noch im Norden eine beträchtliche Annäherung vorhanden ist. Diesen alten Kontinent bezeichnen wir kurz als Nordatlantis, und es wurde schon erwähnt, dass er von Europa nur den Westen und Norden, dagegen nicht den Osten umfasst hat. Wir werden demnach jetzt Europa mit Ausschluss Russlands und des Mittelmeergebietes, sowie Nordamerika zu betrachten haben.

Für eine transatlantische Verbindung Europas und Nordamerikas sprechen nicht nur biogeographische Gründe.

Gehen wir in Europa von Norden nach Süden[1], so finden wir zunächst den sogenannten skandinavischen Schild. Im Westen haben wir dagegen den alten Gneis von Lewis und den westlichen Hebriden, der zum Teil nach Schottland herübergreift und auch auf den Lofoten sich findet. Wir scheinen es hier mit dem Rande eines alten nordwestlich davon gelegenen Festlandes zu tun zu haben. Daran schliessen

[1] Suess, Über die Asymmetrie der nördlichen Halbkugel. Sitzungsber. d. math. naturw. Kl. d. Kais. Akad. d. W. Bd. 107, Abt. I. 1898, Heft I—X. S. 95—97.

sich die sogenannten kaledonischen Falten, die in vordevonischer Zeit sich von Norwegen über Schottland nach Irland erstreckten und denen auch die Ardennen angehörten[1]. Diese beiden Züge verlaufen annähernd parallel. Der Hebriden-Lofotenzug bildet von Barra Hd. bis zur Nordspitze von Andö mit dem Meridian einen Winkel von 40°, der kaledonische Zug vom Loop. Hd. nördlich der Shannonmündung bis zum Nordkap einen Winkel von 41°. Eine ähnliche Richtung haben die Grampian-Berge, der kaledonische Graben besitzt den Richtungswinkel 35,5°, der Nordostrand des skandinavischen Massivs von der Nordostspitze von Stadtland bis zum Nordkap sogar 42°. In Irland brechen die kaledonischen Falten am Meere ab, oder vielmehr müssen wir dieses Abbrechen nur annehmen, denn die Falten verschwinden südlich des Shannon unter einem jüngeren oberkarbonischen Gebirgszuge, der sich aus dem alten variskischen und dem aremorischen Gebirge zusammensetzt, die in Zentralfrankreich zusammenscharend in oberpaläozoischer Zeit die Rolle der Alpen und Pyrenäen gespielt haben mögen. Beide Gebirge bildeten nach Norden zu gewölbte Bogen. Das aremorische Gebirge bog aus meridionaler Richtung nach Westen um, hier die alten kaledonischen Falten überwältigend, und bricht jetzt in der Bretagne, in Cornwallis, Wales und Südirland in einer typischen Riasküste unvermittelt ab. Folgen wir der Küste des Ozeans weiter südlich, so treffen wir auf die durch die karbonische Meseta Spaniens, die jedenfalls mit dem aremorisch-variskischen Systeme in Verbindung stand, getrennten Äste des grossen Zuges der tertiären Faltengebirge. Die Pyrenäen brechen in ihrer Fortsetzung, dem asturisch-kantabrischen Gebirgszuge ebenso unvermittelt in der galicischen Riasküste ab, wie im Norden das aremorische Gebirge, dabei die hier nordwärts streichenden Falten der Meseta unterdrückend[2], die von hier aus vielleicht nach den aremorischen hinüberstrichen, sich mit den in der Bretagne abbrechenden verbindend. Südlich der Meseta treffen wir auf den Gebirgsbogen, den die nördlichen Atlasketten mit der Sierra Nevada bilden und endlich auf den Zug des Hohen Atlas, der wiederum unvermittelt an der Küste abbricht. Wir haben also im ganzen an sieben Stellen eine Fortsetzung der Gebirgszüge nach Westen anzunehmen. Wir sahen schon, dass die karbonischen Falten der Meseta sich an die gleichaltrigen der Bretagne und vielleicht Cornwallis' anschliessen dürften, für den Hebridenzug, die kaledonischen Falten, für das aremorische Gebirge Irlands, für die Pyrenäen und für den Hohen Atlas fehlt aber auf der europäischen Seite jede Anknüpfung, nur der Atlas scheint in den Kanarischen Inseln sich fortzusetzen. Gehen wir nun nach Nordamerika hinüber, so finden wir zumeist die entsprechenden Glieder zu den europäischen Gebirgen. Im Norden haben wir das

---

1) Suess, A. d. E. III. S. 433. Haug, Bull. Soc. Geol. Fr. 1900. p. 629.
2) Suess, A. d. E. II. S. 148—151.

Gneisgebiet des kanadischen Schildes, der wie der skandinavische von paläozoischen Schichten umrahmt ist, und an dessen Rand wir den langgestreckten Gneiszug der Küste von Labrador und Baffinland finden [1]. Ob allerdings dieser Zug mit dem der Hebriden in direkter Beziehung gestanden hat, lässt sich nicht mit Sicherheit entscheiden. Etwas unsicher ist auch der Zusammenhang der Grünen Berge in Vermont mit dem kaledonischen System [2]. Jedenfalls bilden sie aber mit diesem einen flach nach Süden zu gewölbten Bogen, der im Osten an den Gneiszug sich anlehnt, im Westen aber mit ihm divergiert. Haben die Gneiszüge einst zusammengehört, so würde dies dafür sprechen, dass die Nordatlantis schon in vorsilurischer Zeit bestand, im Devon hat dann vielleicht der kaledonische Zug ungefähr seine Südküste bezeichnet, da wir die Faltengebirge in der Regel am Rande der Kontinente finden, wie die Betrachtung der jungen Kettengebirge es uns zeigt. Mit viel grösserer Sicherheit können wir aber die amphiatlantische Natur der karbonischen Ketten behaupten. In der direkten Fortsetzung der aremorischen Falten Irlands treffen wir auch auf der amerikanischen Seite auf eine Riasküste an den Gestaden Neufundlands und Neuschottlands. Auch hier bricht ein im Karbon vollendetes Gebirge senkrecht an der Meeresküste ab, das System der Appalachien, auf dessen Übereinstimmung mit den europäischen Gebirgen zuerst Bertrand hingewiesen hat [3]. Auch an dieser Stelle gehen die karbonischen über vordevonische Falten hinweg, wie in Irland, indem die Faltung der Appalachien z. B. in den Grünen Bergen schon im Silur begonnen hatte [4]. Wir sehen also den Gebirgszug von den Ouachita-Bergen unter 100° W über die Alleghanies und das aremorische Gebirge als einen einheitlichen an, der im Karbon und Perm den Festlandsrand bezeichnete. Dieser Zug war etwas länger als der der südamerikanischen Kordilleren, denn während bei diesen der Bogenabstand zwischen der Senke am Barquisimeto und K. Hoorn 66° beträgt, ist er zwischen den Ouachitabergen und dem Mont Doré in der Auvergne 75,5°. Wir sehen also, dass etwa seit dem oberen Silur ein Gebirge den nordatlantischen Ozean durchquerte und sehen wir dies nach unseren bisherigen Erfahrungen als Randgebirge an, so können wir annehmen, dass vom Silur an mindestens bis zum Perm die Küste der Nordatlantis nicht viel weiter südlich gelegen hat. Im Perm ist dann zum ersten Male die Verbindung der Ketten gelöst worden, doch dürfte auch dann noch dieses Gebirge auf lange Zeit den Südrand der Nordatlantis bezeichnet haben. Die mutmasslichen Fortsetzungen der Pyrenäen und des Atlas fallen also bereits ausserhalb des Gebietes der Nordatlantis und sollen

---

1) Suess, II. S. 46.

2) St. Meunier, Observations sur les pôles orogéniques. Comptes Rendus de l'Acad. des Sciences, Vol. 134. 1902. p. 999.

3) Marcel Bertrand, Bull. soc. géol. Fr. 2. ser. Vol. 15, 1887. p. 442.

4) Suess, A. d. E. II. S. 716.

aus diesem Grunde erst bei der Besprechung des Mittelmeergebietes berücksichtigt werden. Wir müssen nach den Beziehungen der erwähnten Gebirge annehmen, dass der Atlantische Ozean ungefähr nördlich von 40° N an eine jugendliche Bildung ist. Dem entspricht der hier besonders deutlich hervortretende Parallelismus der Ost- und der Westküste, der diesen Teil des Ozeans als einen grossen Graben erscheinen lässt. Auf trigonometrischem Wege[1]) bestimmen sich die Richtungen folgendermassen

O: Gr. Blaskat (nördl. d. Dingle B.) — Nordsp. v. Unst . . . 31,5°
W: K. Race (Neufundland) — Bucht nördl. d. Danebrogs-I. (40° W) 26,5°
O: Nordsp. v. Unst — Nordkap . . . . 46°
W: Bucht 40° W (Grönland) — K. Brewster . . . . 55,5°.

Die Differenz der entsprechenden Strecken beträgt also nur 5° bezw. 9,5°, demnach noch nicht einen Strich der 32-teiligen Windrose. Bei der Einzelbesprechung der Unterregionen des holarktischen Reiches haben wir die Davisstrasse und Baffinbai als die Stelle bezeichnet, an der der Bruch der Nordatlantis zuerst vollendet wurde. Auch diese beiden Gebiete charakterisieren sich durch Küstenparallelismus als Graben. Wir erhalten nämlich als Richtungswinkel:

O: K. Farewall — Godthaab . . . . 136,5°
W: K. Charles — K. Chidley (Labrador) . . . 149°
O: Godthaab — K. Murdoch . . . . 168,5°
W: K. Chidley — K. Christian (Baffinland) . . 172,5°.

Der erste Teil, der den Tiefen von mehr als 2000 m entspricht, zeigt also nur mässigen Parallelismus, sehr ausgesprochenen dagegen der mittlere (4°), wenn auch die Cumberland-Halbinsel ein Stück in die Davisstrasse hineinragt.

Auch die Tiefenverhältnisse des nördlichen Atlantischen Ozeans sprechen nicht gegen die Annahme einer alten Landverbindung. Von Grossbritannien führt eine nirgends unter 1000 m absinkende Schwelle über die Faröer und Island nach Grönland, das arktische vom atlantischen Becken scheidend[2]), und Grönland ist sogar doppelt mit Nordamerika verbunden, über die Davisstrasse mit Baffinland und im Norden mit Ellesmereland. Dieser Rücken fällt südwärts allmählich zu grösseren Tiefen ab, doch erst südlich einer Neufundland mit Irland verbindenden, schwach nach Norden geschwungenen Kurve finden wir Tiefen von mehr als 4000 m.

Wenn wir uns nun der Geschichte der Nordatlantis im einzelnen zuwenden, so können wir sie nach unseren biogeographischen Folge-

---

[1]) Arldt, Der Parallelismus auf der Erdoberfläche. Beiträge zur Geophysik. VIII. 1906. S. 43—59.

[2]) Arldt, Die Grenzen d. Ozeane. Geographischer Anzeiger. 1905. S. 218.

rungen in fünf Abschnitte teilen: in die bisher noch nicht betrachtete Zeit vor dem Kambrium, in die Zeit der ersten Nordatlantis vom Kambrium bis zum Karbon, in die Zeit der nur teilweisen Verbindung vom Perm bis zum Lias, in die Zeit der zweiten Nordatlantis vom Dogger bis zum Oligozän und in die Zeit der Trennung vom Miozän bis zur Jetztzeit. Wir gehen hier wie im biogeographischen Abschnitte zeitlich rückwärts.

§ 138. Neueste Geschichte der Nordatlantis. Miozän bis Quartär. Aus der Diluvialzeit sind nur wenige Tatsachen anzuführen. Bemerkenswert ist, dass in postglazialer Zeit im östlichen Schweden wie in Esthland gleichartige Süsswasserablagerungen sich finden [1]), die zu der Annahme führen, dass damals die Ostsee ein Binnensee war, der erst nachher wieder mit der Nordsee in Verbindung trat. Unter den Süsswasserschichten liegen marine Tone mit arktischer Fauna, die auch im übrigen Südschweden und in Südnorwegen sich finden. Hier hielt die Meeresbedeckung noch längere Zeit an und erhob sich bis 240 m über dem jetzigen Wasserspiegel, während dann das Land sich wieder zu einer Höhe von 200 m über dem jetzigen Niveau erhob. Auch sonst fehlen marine diluviale Ablagerungen nicht, besonders im schleswig-holsteinschen Gebiete traten in den Interglazialzeiten Überflutungen des Landes ein, die hier Muschelbänke und Bryozoensande zurückliessen. Ebenso griff die Nordsee in den Interglazialzeiten im Westen über ihre Grenzen hinaus, indem in der ersten in England marine Ablagerungen bis zu 400 m Meereshöhe zustande kamen, während die zweite Senkung jedenfalls unbedeutender war. Wie in Europa folgte auch in Nordamerika auf die Eiszeit eine positive Strandverschiebung, die in Ostkanada und dem Osten der Union arktische marine Tone und Sande zur Ablagerung brachte, die sich bis zu Höhen von 200 m finden. Immerhin waren dies alles nur Verschiebungen von untergeordneter Bedeutung. Dieses Absinken der Vergletscherungszentren mag aber mit dem Rückgange des Inlandeises in Verbindung gestanden haben. Denn mit dem Einsinken der Scholle und der Erniedrigung ihrer absoluten Höhe mussten die Niederschläge sich vermindern, während die Temperatur stieg, besonders musste aber dadurch das Eis beträchtlich an Gefälle einbüssen, so dass es nicht mehr imstande war, so weit wie früher vom Vergletscherungszentrum auszustrahlen. Wir werden übrigens auf die Frage der Eiszeit später noch einmal einzugehen haben und wenden uns nun dem Pliozän zu. Aus diesem sind in dem ausseralpinen Deutschland nur fluviatile Reste bekannt. Dagegen finden wir in England die marine Ablagerung des Crag. Die unteren Schichten sind kalkige Mergel, scheinen daher in grösserer Ferne vom Lande abgelagert als die oberen Lagen, die aus Sanden und Kiesen bestehen, zumal in letzteren auch terrestrische Reste sich finden. Nach der

[1]) Credner, E. d. G. S. 731—732.

Mächtigkeit der Schichten sind während der grösseren Hälfte der Pliozänzeit die rein marinen Schichten abgelagert worden, dann hob sich der Boden, die Küste rückte vor, und in deren Nähe wurde im 7. bis 9. Zehntel des Pliozän der Norwich-Crag abgelagert, der Land-, Süsswasser- und Meerestierreste aufweist. Jedenfalls haben wir es nur mit der Anschwemmung eines grösseren Stromes zu tun. Im letzten Zehntel folgte dann eine neue Senkung, der aber sehr bald eine neue Hebung folgte, die das ganze englische Gebiet trocken legte. Gleichaltrig mit diesen Schichten ist der Crag von Antwerpen, der besonders reich ist an fossilen Resten von Meersäugetieren, finden sich doch in ihm nach Zittel 9 Pinnipedier-, 2 Sirenen- und 32 Cetaceengattungen. Wir haben es hier also jedenfalls mit ähnlichen Schwankungen der Nordseeküste zu tun, wie im Diluvium. Zeitweise mag die Nordsee auch auf einen viel kleineren Raum beschränkt gewesen sein, als sie jetzt einnimmt, für das Diluvium wenigstens ist dies sicher anzunehmen. Im Pliozän scheint sie wenigstens auf der deutschen Seite eingeengt gewesen zu sein, da hier marine Reste fehlen. Die französischen Pliozänablagerungen sind binnenländisch und reich an fossilen Resten. In Nordamerika ist das Pliozän durch die Loup-Fork-, Equus- und Megalonyx-Beds vertreten; die letzten liegen an der obersten Grenze der Formation, die ersten müssen das Unterpliozän repräsentieren und älter sein als die Araucanische Formation Südamerikas, da sie vor der Verbindung beider Amerika abgelagert worden sein müssen; es fehlen ihnen nämlich vollständig alle südamerikanischen Formen. Die Verbreitung dieser Schichten beweist aber, dass damals der nordamerikanische Kontinent schon weit nach Süden reichte, denn sie finden sich von Wyoming und Nebraska bis nach Texas und Mexiko. Die Grenze lag jedenfalls an der Landenge von Tehuantepec. Marin waren jedenfalls nur Teile des unteren Mississippibeckens, sowie schmale Küstenstreifen. Gehen wir in die arktischen Länder, die als Reste der Nordatlantis angesehen werden müssen, so begannen auf Island, wie schon früher erwähnt (S. 318) im Pliozän die gewaltigen vulkanischen Eruptionen, die diese Insel mit einer mächtigen Decke von Basalten, Andesiten und Lipariten verhüllten. Gleichzeitig dürften auch die vulkanischen Ergüsse der Faröer, der Shetland-Inseln und der Hebriden sich in der Hauptsache gebildet haben. Dies spricht für grosse tektonische Störungen, die wir am wahrscheinlichsten in dem endgültigen Zusammenbrechen der Brücke von Europa nach Grönland sehen müssen, die aus biogeographischen Gründen über die Oligozänzeit hinaus fortbestanden haben muss.

Im Miozän war in Norddeutschland der Westen vom Meere bedeckt. Wir finden marine Schichten in Schleswig, Holstein, Lauenburg, Südwest-Mecklenburg, Nordhannover bis Celle und von hier bis Westfalen und Antwerpen, so dass also die Küste beträchtlich weiter südöstlich lag als jetzt. Der letzte Rest dieser miozänen Bucht war die pliozäne von Antwerpen. Dagegen beweisen uns Braunkohlenlager im

übrigen Norddeutschland dessen Landnatur. Nur in Mecklenburg werden diese Lager noch einmal von einem marinen Sandstein überdeckt. Auch in Frankreich drang das Meer in die Becken der Loire und der Garonne ein. Diese marinen miozänen Lager sind wiederum reich an Pinnipediern (4 Gattungen), Sirenen (5 Gattungen) und Cetaceen (14 Gattungen). In Nordamerika bilden das Miozän die John Day- und die Deep River-Beds, die beide terrestrisch sind. Sie finden sich im Nordwesten der Union von Washington bis Montana und Nebraska bez. Nevada. Während hier Land war, war die Küstenniederung von New-Jersey bis Georgien marin und wir finden hier ebenfalls reiche Meersäugerreste (Sirenen 2 Gattungen, Cetaceen 11 Gattungen). In arktischen Ländern finden sich marine Ablagerungen auf Spitzbergen und in Ostgrönland, aber nur in räumlich sehr beschränkten Gebieten, in die das arktische Becken übergegriffen haben dürfte. Einer kurzen Erwähnung bedarf die arktische Miozänflora, die auf Island, am Bärenseefluss in Nordamerika, in Grönland bis mindestens 70° N, in Spitzbergen bis 78° N, in Grinnell-Land sogar bis 81° 45′ N einen fast tropischen Charakter zeigt. Diese Tatsache sucht Nathorst[1]) dadurch zu erklären, dass er eine Verschiebung des Poles um 20° annimmt, so dass der Nordpol auf 70° N und 120° O, also etwa in den Mittellauf des Olenek fällt. Dann liegen allerdings die genannten Länder alle ausserhalb des Polarkreises, Spitzbergen freilich nur wenig, dagegen würde Sachalin von demselben geschnitten, Neusibirien würde unter 80° N fallen, was wiederum Schwierigkeiten hervorrufen würde, da an beiden Stellen ebenfalls eine reiche Flora gedieh. Aber ganz abgesehen davon erheben sich gegen die Annahme einer Polverschiebung von solchen Dimensionen vor so kurzer Zeit grosse Bedenken, müssten doch damit wegen der Abplattung der Erde ungeheure Niveauverschiebungen in der Erdkruste verbunden gewesen sein, die deutliche Anzeichen hinterlassen haben müssten, während sie in Wirklichkeit vollständig fehlen. Wir müssen also suchen, diese merkwürdige Erscheinung unter Verhältnissen zu erklären, die den jetzigen ähnlich sind. Es wird im wesentlichen darauf ankommen, zu erklären, inwiefern die Ausstrahlung während der kalten Polarnächte vermindert worden ist, die damals von derselben Dauer sein mussten wie jetzt. Vielleicht bietet sich eine Erklärung darin, dass nach einer aus biogeographischen Gründen aufgestellten Vermutung Island im Miozän noch mit Europa zusammenhing. Dadurch musste der Golfstrom nach der Richtung der Bodenschwelle gezwungen werden, an dieser Landbrücke nordwestwärts entlang und grösstenteils um Grönland herum in die Baffinbai zu fliessen, während ein zweiter Arm vielleicht zeitweise zwischen Island und Grönland hindurch sich nordwärts wandte. Dadurch musste einmal die Gesamttemperatur Grönlands und seiner Nachbargebiete erhöht werden, und dann mussten die Nebel-

[1]) Nathorst, Fossile Flora Japans. Paläontol. Abhandl. IV, 3. 1888. S. 53.

massen des warmen Stromes eine vor allzustarker Ausstrahlung schützende Wolkendecke in den benachbarten Gebieten hervorrufen. Ausserdem muss noch die abnorm hohe Temperatur in Betracht gezogen werden, die damals auf einem grossen Teile der Erde herrschte. Berechnet doch Heer das Jahresmittel der Schweiz für das Obermiozän auf 18,5°, für das Untermiozän auf 20,5°, also auf 6,5° bezw. 8,5° höher als in der Jetztzeit[1]). Das würde übrigens, beiläufig gesagt, der ungefähren Breitenlage (ca. 30° N) der Schweiz bei Annahme des Nathorstschen Poles ganz gut entsprechen. Für die Insel Disko nimmt Heer 12° als Jahresmittel an, einen wahrscheinlich etwas zu hohen Wert. Ziehen wir davon die mittlere Erhöhung bei der Schweiz 7,5° ab, so verbleiben noch 4,5°, das ist aber eine Temperatur, die wir auf der Breite von Disko in Europa unter der Einwirkung des Golfstromes jetzt noch antreffen. Bei Spitzbergen und Grinnell-Land kommen wir allerdings bei gleicher Berechnung zu 1,5° bezw. 0,5°, während jetzt in diesen Breiten höchstens — 5° als Jahresmittel sich findet. Es fragt sich aber sehr, ob die Heersche Methode der Temperaturbestimmung überhaupt berechtigt ist. Erst müsste der Beweis geführt werden, dass die Pflanzen nicht erst nach und nach auf warme Klimate beschränkt worden sind. Nach dem klimatischen Gesetze müssen wir ja geradezu ein Wandern der Formen aus gemässigtem in tropisches Klima annehmen, so dass endlich in diesem ausschliesslich Pflanzen und Tiere leben, die einst auch bei kälterer Temperatur lebten, während sie jetzt bei ihr nicht mehr gedeihen. Immerhin bietet sich hier eine grosse Schwierigkeit.

§ 139. Neue Geschichte der Nordatlantis. Dogger bis Oligozän. Während des Oligozän war die norddeutsche Tiefebene zweimal vom Meere bedeckt, da die Braunkohlenformation mit marinen Schichten wechsellagert. Besonders während des mittleren und oberen Oligozän stand das Meer längere Zeit über diesen Gegenden. Es drang dabei bis Sternberg, Kottbus, Leipzig, Kassel und Krefeld vor, während in der unteroligozänen Transgression nur die nördlichen Teile der Ebene bis Magdeburg überflutet wurden. Wie hier im Mitteloligozän eine beträchtliche Transgression eintrat, so auch in der Oberrheinischen Tiefebene. Während im Süden derselben im Unteroligozän brackische Schichten sich ablagerten, folgen im mittlern Oligozän in der ganzen Ebene marine Schichten, die mit den norddeutschen in Verbindung gestanden haben müssen, da sie zum Teil mit ihnen identische Arten von Mollusken besitzen. Die Tiefebene stellte aber im Oligozän jedenfalls nur einen schmalen Meeresarm dar, da an den Abhängen des Schwarzwaldes wie des Wasgenwaldes Küstenkonglomerate sich finden. Im Oberoligozän wurde das Becken isoliert und sein Wasser schwach brackisch, um im Miozän in Süsswasser überzugehen. Auch im Seine-

---

[1]) Nach Koken, Die Vorwelt. S. 538—539.

becken finden wir im Oberoligozän bereits Süsswasserbildungen, während die unteren Schichten Strandbildungen sind, die neben typischen litoralen Tieren wie Ostrea und Halitherium auch zahlreiche Reste von Landsäugetieren enthalten. Fast genau dasselbe gilt vom Londoner Becken. Auch hier haben wir es mit meist brackischen Ablagerungen zu tun, die die Nähe einer Küste vermuten lassen. Wir gehen wohl nicht fehl, wenn wir diese Küste im Westen der beiden Becken suchen. Es war die Südostküste der Nordatlantis, die von Westfrankreich nach England hinüberführte. Ihr waren vereinzelte Inseln vorgelagert, die, zeitweise mit dem Festlande verbunden, die gleiche Tierwelt wie dieses besassen. Teile solcher Inseln waren z. B. der Wasgenwald und der Schwarzwald. Eine solche Insel musste auch in Zentralfrankreich liegen, an deren Ostküste die reichen Lagerstätten von Quercy sich bilden konnten. Im Unteroligozän hingen vielleicht die genannten drei Inseln zusammen und das Land erstreckte sich noch weit ins Juragebiet; nicht unmöglich wäre es auch, dass es von Zentralfrankreich aus mit der Nordatlantis über die Bretagne zusammenhing, da sich dadurch die ausserordentlich reiche Phosphorit- und Bohnerzfauna einfach erklären würde. Bei der mitteloligozänen Transgression wurde aber diese Halbinsel in eine Reihe grosser Inseln aufgelöst, die erst im Miozän sich endgültig wieder zusammenschlossen. Dagegen war vielleicht im Oligozän die Nordsee noch Land und erst im Miozän drang das arktische Meer transgredierend nach Süden vor, mit den Resten des oligozänen norddeutschen Mittelmeeres sich vereinigend. Die oligozäne Verbindung zwischen Europa und Amerika hat sich jedenfalls auf die schmale isländische Landbrücke beschränkt, die das atlantische von dem arktischen Becken schied. Nordamerika war bis auf Teile des Mississippibeckens grösstenteils Land. Aus diesem Kontinente sind grossartige Süsswasserablagerungen zu erwähnen, die jedenfalls in Binnenseen erfolgt sind, nämlich die oberoligozänen White River-Beds, die von Colorado und Nevada bis Südkolumbien reichen und die unter- und mitteloligozänen Uinta-Beds, die in dem weiten Becken zwischen der Wahsatch-Kette und dem Felsengebirge sich finden. Das Vorhandensein dieser Süsswasserschichten von grosser Mächtigkeit spricht dafür, dass diese Binnenseen inmitten eines grossen Kontinentes gelegen waren, dessen Verwitterungsschutt die weiten Becken auffüllte. Es mag also auch im Oligozän das Land sich hier noch weit nach Süden erstreckt haben.

Aus dem Eozän fehlen in Norddeutschland alle marinen Ablagerungen, wir dürfen also annehmen, dass damals hier Land war und dies um so mehr, als das Oligozän auch mit terrestrischen Braunkohlenbildungen einsetzt. Dagegen finden wir marine Schichten im Pariser Becken. Unter dem litoralen oligozänen Montmartre-Gips liegen rein marine Schichten, die sogar Nummuliten enthalten, an deren Stelle allerdings lokal Süsswasserkalke treten. Das Mitteleozän dagegen ist

in seinem obersten Teile wieder litoral und reich an Säugetierresten. Die tieferen Lagen dagegen sind reich an Foraminiferen und rein marin. Im Untereozän endlich sind die obersten Schichten litoral mit Säugetierresten, darunter liegen marine Sande, die aber noch Ostrea enthalten. Ganz unten finden wir endlich Süsswasserkonchylien. Es haben hier also während des Alttertiär viele Niveauschwankungen stattgefunden. Viel einfacher liegen die Verhältnisse im Londoner Becken. Hier sind fast alle eozänen Ablagerungen marin, nur im Mitteleozän stellt der Londonton eine Litoralbildung dar, die reich auch an Landsäugetieren und Vögeln ist, während die etwas höher liegenden Grünsande von Wirbeltieren nur Gaviale, Schildkröten und Fische enthalten, also nur aquatische Tieren. Die Nordatlantis muss also von Irland und Westengland südwärts sich erstreckt und von der Bretagne eine Halbinsel nach Osten entsendet haben, die von Süden her das Pariser Becken einschloss. Sie erstreckte sich jedenfalls über das Loiregebiet, das erst im Neogen tertiäre Sedimente besitzt, nach Zentralfrankreich. Die Küsten dieser Halbinsel waren aber sehr häufigen Schwankungen unterworfen. Ehe wir nun Europa verlassen, müssen wir noch einen Blick auf Skandinavien werfen. Da hier tertiäre Sedimente völlig fehlen, so können wir annehmen, dass dieses Gebiet während der Tertiärzeit Festland war, das bis zum Oligozän mit Schottland und Nordengland verbunden war, wo ebenfalls tertiäre Sedimente fehlen. Spitzbergen war jedenfalls Randland eines Kontinentes, da auf ihm lokal litorale Sedimente sich finden. Die Brücke zwischen Europa und Nordamerika müssen wir für das Eozän breiter annehmen, als es Koken auf seiner Karte tut[1]). Denn bei einer so schmalen Landverbindung hätte der Ausgleich zwischen Europa und Nordamerika nicht so bedeutend sein können, als er es tatsächlich war. Vielmehr können wir annehmen, dass damals noch die Grenze ungefähr in der Gegend des karbonischen Gebirges lag und nur langsam nordwärts sich verschob, dass aber Rockall noch lange einen Teil der Nordatlantis bildete. Es ist wenigstens kein geologischer Grund vorhanden, der gegen die Annahme einer derartig breiten Landbrücke spräche. In Nordamerika wird das Wahsatchbecken von fast 3000 m mächtigen Süsswasserablagerungen erfüllt, den Puerco-, Wahsatch- und Bridger-Schichten, doch schieben sich zwischen die beiden letzteren die Green River-Schichten ein, die eine reiche Fischfauna ähnlich der mittelmeerischen besitzen. Während also diese Gebiete grösstenteils Festland waren, muss der Binnensee doch an der Grenze des mittleren und oberen Eozän mit dem Meere in Verbindung getreten sein, vielleicht von Texas aus.

Die Kreideformation tritt in Europa grösstenteils marin auf, besonders die obere Abteilung, die transgredierend weit über die untere Kreide hinweggreift. Doch verrät sich vielfach die Nachbarschaft von

[1]) Koken, Die Vorwelt, Tafel II.

Land, so in pflanzenführenden Schichten, wie in denen aus dem untersten Cenoman Sachsens (Crednerienschichten) und den Aachener Sanden aus dem Senon. Auch die mächtigen Ablagerungen von Quadersandstein in Sachsen, Böhmen und Schlesien sind zu erwähnen, die ihr Material einem grossen Landgebiete verdanken müssen, das aber auf Kokens Karte nicht angegeben ist. In Norddeutschland erlangte das Meer besonders im Senon bedeutende Ausdehnung, indem nur in diesem marine Ablagerungen bis Südschweden hinauf sich bildeten, ebenso wie im Aachener Gebiet. Dagegen hatte das Meer sich damals bereits von Sachsen zurückgezogen, wo die jüngsten Kreideschichten dem obersten Turon angehören. Abgesehen von einzelnen Inseln können wir also im atlantischen Teile von Europa in der Hauptsache nur im Norden Festland annehmen, das Skandinavien und Nordgrossbritannien umfasste. Im Senon wurde dieses im Süden etwas eingeengt, dagegen gewannen die südlich davor gelegenen Inseln an Ausdehnung, um bis zum Eozän zu einem grösseren Landgebiete zu verschmelzen. Koken lässt diese nordeuropäische Landmasse nur etwa bei 75° N. durch eine hypothetische schmale Landbrücke mit Nordamerika zusammenhängen[1]. Nach der Verteilung der Tiere und Pflanzen mussten wir aber eine bequemere Verbindung fordern, auch erscheint diese Verbindung nach dem Gesetze der allmählichen Entwicklung nicht sehr wahrscheinlich, da sie weder mit den unterkretazeischen noch mit den eozänen Verhältnissen sich in Beziehung bringen lässt. Die Landbrücke mag vielmehr eine ähnliche Form besessen haben, wie wir sie fürs Eozän annahmen, und wie sie ähnlich auch Koken für die untere Kreide annimmt. Dagegen ist es sehr wohl möglich, dass bei der fast auf der ganzen Erde nachgewiesenen grossen cenomanen Transgression auch diese Verbindungsländer zu einem grossen Teile überflutet worden sind, und dass dadurch die Verbindung zwischen beiden Teilen der Nordatlantis zeitweise erschwert oder gar aufgehoben worden ist. Es würde dies die spezifisch nordamerikanische Entwicklung der modernen Tierwelt erklären, weil hier ein weit grösserer Landkomplex den Organismen zu ihrer Verfügung stand, der nach allen Seiten fast vollkommen isoliert war. Doch war auch dieser Kontinent beschränkter als im Eozän. Im östlichen Vorlande des Felsengebirges kamen im Cenoman und Turon marine Mergel und Kalke zur Ablagerung, in denen wir litorale Formen wie Inoceramus, aber auch pelagische Ammoniten und Belemniten finden. Die Nordatlantis reichte also in dieser Periode nur etwa bis zu einer Linie, die die Mississippimündung mit der des Anderson-River verbindet. Westlich dieses Meeresarmes scheint aber wieder Festland gelegen zu haben, das an der pazifischen Küste durch die marine Chico-Tejon-Gruppe begrenzt eine schmale Landzunge darstellte, die vielleicht mit Asien zusammenhing. Der cenoman-turone Meeresarm verschwand im

[1] Koken, Die Vorwelt, Tafel I.

Senon. An seiner Stelle bildeten sich die fossilreichen terrestrischen Laramieschichten, so dass also Nordamerika im Senon bereits dieselbe Ausdehnung besass wie im Eozän. Erwähnt werden müssen endlich noch die pflanzenführenden Schichten aus der Umgebung der Insel Disko. Da dieselben dem Cenoman angehören, so mag sich die grosse Transgression bis hierher erstreckt haben.

In der unteren Kreide muss das Festland besonders in Europa viel ausgedehnter gewesen sein. So fehlen ihm Schichten zwischen älteren und den oberkretazeischen in Südschweden, Sachsen, Böhmen, Westfalen, Belgien, im Westen des Pariser Beckens, in Schottland. Dafür sprechen auch die Strandbildungen des Wealden. Dieser ist in zwei Arealen entwickelt. In Südengland, Belgien und Frankreich schliesst er sich vermutlich an die Küste der Nordatlantis an, während die Ablagerungen zwischen Bentheim und Helmstedt den Küstenverlauf einer mitteleuropäischen Insel bezeichnen dürften. Der litorale Wealden ist überlagert von marinem Neocom, was für ein Zurückweichen der Küsten spricht. Auch das Gault tritt marin auf, ohne aber die obengenannten Länder zu bedecken. Schottland und Skandinavien können wir daher für die ganze Dauer der unteren Kreide als Teile der Nordatlantis ansehen, während die übrigen die grosse zentraleuropäische Insel bildeten. In Nordamerika sind aus der unteren Kreide zunächst die dem Wealden entsprechenden Potomacschichten aus Maryland und Virginien zu erwähnen, die die ältesten sicheren Angiospermenreste enthalten, die nach unserer früheren Annahme von Asien hierher gelangt sein mögen. Gleichalterige Schichten mit gleicher Flora finden sich in Montana und Kanada und beweisen, dass der mittelkretazeische meridionale Meeresarm in der unteren Kreide noch nicht existierte, so dass wir auch in diesem nur einen Teil der grossen Transgression sehen müssen. Dagegen finden sich marine Schichten an der pazifischen Küste. Im ganzen war aber Nordamerika bereits in der unteren Kreide fast ebensoweit Festland wie jetzt.

Die jurassischen Schichten sind meist marin, doch spricht auch hier eine Transgression des Malm für den kontinentalen Charakter weiter Landgebiete in den früheren Perioden. Im atlantischen Europa herrschte aber während der ganzen Jurazeit das Meer vor, so auch im Malm, darin stimmen die sonst mehrfach voneinander abweichenden Karten von Neumayr und Lapparent überein. Nur im obersten Malm wurde Mitteleuropa zum grossen Teile Land. Eine grössere Landmasse bildete dauernd Skandinavien mit Finnland, das auf beiden Karten durch eine schmale Strasse von dem nordamerikanischen Kontinente getrennt ist. Nach dem früher gesagten ist das jedenfalls nur ein vorübergehender Zustand gewesen, da wir für den Malm eine Landverbindung zwischen Europa und Nordamerika voraussetzen müssen. Diese schmale Shetlandstrasse war jedenfalls nur seicht transgrediert und konnte bei geringer Hebung landfest werden. Dafür spricht auch der

Umstand, dass nach Neumayr in ihr die Grenzscheide zwischen der borealen und der gemässigten Fauna lag, während sonst die boreale marine Fauna viel weiter südwärts vordrang. Südlich davon lagen eine Reihe von kleineren Inseln. Nach dem Kimmeridge trat eine Hebung ein, infolge deren der Purbeck in Südostengland, Nordfrankreich, Nordwestdeutschland und im Juragebirge zur Ablagerung gelangte, eine vorwiegend litorale Bildung, an die sich zum Teil Süsswasserschichten anschliessen. Wir haben es hier vermutlich mit einer grösseren Ausdehnung der Nordatlantis zu tun, von der wir schon beim Wealden sprachen. England wurde jedenfalls im Purbeck landfest. Dem gleichen Niveau gehört in Süddeutschland der marine Solnhofer Schiefer an, der aber durch seine Reste von Archaeopteryx, Pterodactylus und Rhamphorhynchus, sowie von Libellen, Coleopteren, Dipteren und Hymenopteren für die Nähe von festem Lande spricht, als welches vielleicht Neumayrs böhmische Insel in Betracht kommt. Während wir so in Europa nur ein einziges an Landtieren reiches Lager in der dünnen Purbeckschicht Englands besitzen, weist Nordamerika viel reichere in den Atlantosaurus-Schichten von Wyoming und Colorado auf, die wie wir sahen, in ihrer Tierwelt soweit mit den englischen übereinstimmen, dass wir eine wenn auch nur zeitweise Verbindung anzunehmen uns genötigt sahen.

Wenden wir uns zum Dogger, so ist zu erwähnen, dass in Nordengland und Schottland in der Mitte dieser Formation Kohlenflötze für die terrestrische Natur dieses Gebietes sprechen. Eine gleiche Flora kennt man übrigens auch aus gleichaltrigen Schichten von Spitzbergen und Franz Josef-Land, die vielleicht wie England damals einen Teil der Nordatlantis bildeten. In diesen Schichten finden sich auch die Reste von Marsupialiern, die von Nordamerika hierher gelangt sein müssen, wie wir schon früher erwähnt haben. Bei Spitzbergen und Franz Josef-Land, sowie bei grossen Teilen des arktisch-nordamerikanischen Archipels und bei Alaska wird die Festlandnatur während des Dogger auch durch die Transgression bestätigt, die hier im obersten Dogger über präjurassische Schichten übergreift. Die gleiche Transgression finden wir auch in Mähren und Oberschlesien, die also ebenfalls im Dogger Teile eines Festlandes waren, von dem wir in folgendem näher sprechen werden.

§ 140. Mittlere Geschichte der Nordatlantis Perm—Lias. Die durch Transgression des Kelloway bez. des Malm bezeichneten Festlandsgebiete existierten bereits auch im Lias. Terrestrische Ablagerungen sind selten. Litoral sind die Sandsteine, die am Grunde der Formation sich zuweilen finden, in die teilweise zum Beispiel bei Kammin in Pommern Kohlenflötze eingelagert sind. Wir haben es jedenfalls mit der Küste des auch nach Schlesien und Mähren sich erstreckenden kontinentalen Gebietes zu tun, das im Norden an Skandinavien sich anschloss. Endlich sprechen hierfür die Insektenfunde aus dem Lias

von England und von Dobbertin in Mecklenburg, die Dipteren, Coleopteren, Hemipteren, Neuropteren und Orthopteren umfassen und auf benachbarte Landgebiete schliessen lassen. Die letztere Fundstelle schliesst sich an den östlichen Kontinent an, während die Tiere der ersten von Schottland her gekommen sein können, das keine liasischen Ablagerungen besitzt. In Amerika sollen dem Lias die obersten Schichten des New-red-Sandstone angehören, also eine terrestrische Fazies, die aber keine fossilen Reste enthält; doch sprechen ebensoviel Gründe für das triasische Alter dieser in Idaho, Colorado und Texas weitverbreiteten Schichten.

Während des Keupers finden sich pelagische Ablagerungen im Gebiete der Nordatlantis nur in arktischen Regionen, besonders auf der Bäreninsel, ebenso aber auch auf der pazifischen Seite Nordamerikas in Nordamerika. Dagegen tritt er sonst meist in litoraler und terrestrischer Fazies auf, so typisch in Deutschland und Schonen. Der deutsche Keuper enthält vorwiegend litorale Schichten, die neben Sandsteinen, Schiefertonen und Mergeln auch Dolomit, Gips und Steinsalz enthalten. In England und Nordamerika ist der Keuper vertreten durch den oberen New-red-Sandstone. Beide Ablagerungen weichen in ihren Fossilien voneinander ab, wenn auch die vorkommenden Tiere miteinander verwandt sind. Aus diesem Grunde haben wir es nicht nötig, eine Landverbindung zwischen Europa und Nordamerika anzunehmen. Allerdings wird das Meer zwischen beiden weder sehr tief noch sehr breit gewesen sein, wie wir schon früher erwähnt haben.

In der unteren Trias waren die beiden Teile der Nordatlantis nach unseren Schlüssen wenigstens zeitweise verbunden. Buntsandstein und Muschelkalk zeigen in Nordamerika und England denselben Charakter wie der Keuper, sie sind in der Hauptsache litorale Bildungen. Auf dem europäischen Festlande dagegen trat in der mittleren Trias eine Transgression ein, die zwischen die beiden litoralen Ablagerungen des Buntsandstein und des Keupers eine pelagische Fazies mit Crinoideen, Brachiopoden und Ammoniten einschob. Doch sind auch in dieser Periode verschiedene Abteilungen in der Nähe von Festländern abgelagert worden. Pelagische Schichten finden sich während des Muschelkalks auf Spitzbergen, sowie in Nevada, während des Buntsandsteins in Kalifornien und in Idaho. Mit dem oben gesagten beweist dies uns, dass der nordamerikanische Kontinent in der Trias weniger weit nach Westen reichte als jetzt, dass vielmehr hier an das Festland Tiefsee sich anschloss, während in Deutschland die Nordatlantis allmählich gegen das pelagische Gebiet des Mittelmeeres abfiel.

Ähnlich lagen die Verhältnisse auch im Perm. Die obere Abteilung bildet in Deutschland der marine Zechstein, der transgredierend über das terrestrische Rotliegende greift. Ebenso lagert in England der Magnesian-Limestone über dem Lower New-Red-Sandstone. In diesen Gebieten ist also das alte Festland transgredierend überflutet worden,

und diese Transgression war es vielleicht, die Europa während dieser Zeit von Nordamerika schied. Aus Frankreich kennt man nur das Rotliegende in dem Gebiete des Zentralplateaus. Hier hat also dauernd festes Land sich befunden, wahrscheinlich eine grössere Insel, als welche das Zentralplateau in den meisten Formationen erscheint. In Nordamerika tritt das Perm im Süden pelagisch auf, doch beweisen hier die Stegocephalen und besonders die vielseitig entwickelten Theromorphen, dass das nearktische Festland sich bis Texas erstreckt haben muss. Das östliche Nordamerika schliesst sich dagegen an die deutsche Fazies an, so dass wir auch hier eine oberpermische Transgression des Meeres beobachten.

§ 141. Alte Geschichte der Nordatlantis. Silur bis Karbon. Das Oberkarbon ist im atlantischen Europa wie Nordamerika vorwiegend terrestrisch entwickelt. Doch wechsellagern in den meisten Ländern, so in England, Belgien, dem Ruhrbecken und Oberschlesien, sowie in Nordamerika Kalkbänke mit den Kohle führenden terrestrischen bezw. limnischen Schiefern und Sandsteinen, ein Beweis dafür, dass beide Teile der Nordatlantis wiederholten Transgressionen unterworfen waren. Auch das Unterkarbon ist in Sachsen, Schottland, Devonshire und Nordamerika zum Teil als terrestrer Kohlenkulm entwickelt, in dem Kohlenkalke wechsellagernd sich einschieben. Wie beim Oberkarbon spricht dies dafür, dass die genannten Länder nicht allzuweit von der Küste des Landes entfernt waren. Diese Ansicht wird dadurch bestätigt, dass in grosser Nähe der angeführten Territorien marine Ablagerungen sich finden. Offenes Meer war nach den Ablagerungen des Kohlenkalk in Belgien, Wales, Irland, zum Teil auch in Nordamerika, wo im Flussgebiete des Mississippi besonders in Illinois eine mächtige Kalkentwicklung sich findet[1]); von hier aus hat sich das Meer zeitweise nach Osten ausgebreitet. Als Ablagerung eines noch tieferen Meeres sehen manche, ob mit Recht ist allerdings zweifelhaft, die Kulmablagerungen an, die in Deutschland z. B. in Westfalen, Nassau, im Harz, Fichtelgebirge, Vogtland, in Thüringen, Schlesien und Mähren sich finden[2]). Das Meer muss sich also nördlich von den deutschen Mittelgebirgen hingezogen haben, die damals erst in der Bildung begriffen waren. Die sächsischen Kulmflötze müssen demnach auf einer Insel sich gebildet haben. Auch in der Gegend des Saarbrückener Beckens muss damals Land gewesen sein, da hier das Oberkarbon direkt auf den Devon auflagert. Ähnliches gilt von den kleinen Kohlenbecken Innerfrankreichs, wo das Oberkarbon direkt auf kristallinischen Schiefern ruht, doch ist hier auch der Kohlenkalk vereinzelt vertreten. In Skandinavien fehlt das Karbon überhaupt; wie in den meisten Formationen ist also jedenfalls auch damals hier festes Land gewesen, ein Teil der Nordatlantis, der mit den briti-

1) Roemer, Lethaea geognostica I. Lethaea palaeozoica. 1883. S. 76.
2) Credner, E. d. G. S. 467.

schen Landgebieten in Verbindung stand. Nördlich davon war aber nach den Funden auf der Bären-Insel und Spitzbergen, sowie auf Nowaja Semlja das arktische Kohlenkalkmeer ausgebreitet, doch fehlen auch hier litorale Schichten nicht gänzlich. In Nordamerika muss Neuschottland wegen seiner Kalk- und Gipslager in der Nähe der Küste gelegen gewesen sein, während in der östlichen Union die terrestrischen Ablagerungen das ganze Karbon hindurch ihren Platz behaupten. Auf die bald terrestre, bald marine Mississippizone folgt dann im Westen ein rein marines Gebiet im Felsengebirge, Neu-Mexiko und Texas. Der Westrand der Nordatlantis umschloss noch Arkansas, Missouri und Nordtexas, dagegen war der ganze Westen der Union auf lange Zeit ein Teil des Pazifischen Ozeanes. Die Verhältnisse lagen also in Nordamerika sehr einfach. Im Unterkarbon reichte der Ozean bis an das appalachische Gebiet heran und griff wiederholt transgredierend weit über dasselbe hinweg. Allmählich zog sich aber unter fortwährenden Schwankungen das Meer nach Westen zurück, vielleicht infolge der mit der Faltung der Alleghanies parallel gehenden Hebung des Landes, bis das Mississippibecken im Oberkarbon grösstenteils trocken gelegt war, wenn auch das Meer zuweilen noch darüber hinweggriff.

Aus dem Devon ist zunächst die Old-red-Fazies zu erwähnen, die wir als eine vorwiegend litorale, zum Teil auch limnische ansehen müssen. Sie findet sich in Wales, Schottland, den Orkney- und Shetland-Inseln, in Kanada, Neuschottland, Neubraunschweig, sowie von Kurland bis zum Weissen Meere, auf Spitzbergen, im Oberdevon auch im Nordosten der Union, im Unterdevon in Polen. In den Ostseeprovinzen tritt die Fazies nur teilweise auf, es ist hier das Mitteldevon marin. Da die Fossilien des Old-red auf beiden Seiten des Atlantischen Ozeans eine weitgehende Übereinstimmung zeigen, so können wir annehmen, dass die Old-red-Ablagerungen an den Küsten der Nordatlantis zur Ablagerung kamen. In Südengland schliesst sich an das Old-red von Wales zunächst nach Süden hin eine kalkfreie Fazies an, auf die erst in Süddevonshire und Cornwallis das typische marine Devon folgt, ein Beweis dafür, dass das Festland, das das Material zu den Konglomeraten und Sandsteinen des Old-red lieferte, im Norden gelegen war. An die marinen Schichten Südenglands reihen die von Mitteleuropa sich an, die durch ihren Reichtum an Grauwacken, Sandsteinen und Schiefern das Vorhandensein grosser Inseln beweisen. Besonders reich scheint daran das unterdevonische Meer gewesen zu sein, während im Mitteldevon mehr kalkhaltige Ablagerungen vorherrschen, die aber auch im Unterdevon als hercynische Fazies entwickelt sind. In Nordamerika ist das Devon ausserhalb der Old-red-Ablagerungen besonders durch tonige und sandige Schichten vertreten, in die nur wenige Kalklager eingebettet sind. Diese Schichten bedecken im Unterdevon auch den Osten der Union. Wir müssen deshalb annehmen, dass das Gebiet der Union während des Devon grösstenteils transgredierend von einem seichten

Meere bedeckt war, so dass die Nordatlantis damals sehr wenig weit nach Westen reichte, während der Sockel etwa dieselbe Ausdehnung gehabt haben mag als im Karbon. Es deckt sich das mit der beim Karbon ausgesprochenen Annahme, dass die Küste der Nordatlantis sich im Karbon westwärts vorgeschoben habe. Ob der östlich von New-York und Neuschottland liegende Kontinent aber einen so grossen Teil des mittleren Atlantischen Ozeans ausfüllte, wie es auf Lapparents Karte des Mitteldevon angegeben ist, erscheint sehr fraglich, besonders wenn wir uns an das in der allgemeinen Besprechung der Nordatlantis über das kaledonisch-aremorische Gebirge Gesagte erinnern. Die Hauptmasse des Kontinentes lag jedenfalls nördlich der Neufundland-Irland-Schwelle, von wo aus das Material des Oldreds Nordamerikas durch Flüsse südwestwärts transportiert wurde.

Im Silur waren die am besten geologisch durchforschten Gebiete der Erde ebenfalls ozeanisch. Selbst grosse Teile von Skandinavien waren vom Meere bedeckt. Das Vorhandensein von Festland wird zunächst durch Landtiere nachgewiesen. Aus Calvados in der Normandie kennt man das älteste Insekt Palaeoblattina, in Gotland und Schottland fand man den Skorpion Palaeophonus, im Staate New-York den noch etwas älteren Proscorpius. Halten wir das mit dem früher über die Verbreitung der Trilobiten Gesagten zusammen, so müssen wir zum mindesten annehmen, dass bei den genannten Orten grössere Inseln gelegen waren, die aber wahrscheinlich miteinander in Verbindung standen, so dass die Bewohner des nordamerikanischen Meeres verhältnismässig leicht in die Gewässer gelangen konnten, die Grossbritannien, Skandinavien und Russland bedeckten, dagegen die Bewohner der letzteren nicht oder nur schwer nach Mitteldeutschland, Belgien, der Bretagne und dem Mittelmeergebiet. Die Verwandtschaft der letztgenannten Gebiete beweist uns, dass das mitteleuropäische Meer nach Süden zu offen war. Diese Unterschiede traten übrigens besonders im Untersilur hervor. Im Obersilur wurde das europäische Festland verkleinert. Vor der Nordatlantis müssen kleinere Inseln vorgelagert gewesen sein, wie uns z. B. die silurischen Grauwacken Deutschlands beweisen. In Nordamerika haben wir ausser dem paläontologischen noch einen petrographischen Beweis für das Vorhandensein von Festland in den Steinsalzlagern, die sich im obersten Silur von New-York finden.

Im Kambrium lagen die Verhältnisse ganz ähnlich. Auch in ihm scheint die Nordatlantis schon vorhanden gewesen zu sein; da wir hier dieselbe Faunenteilung Europas, dieselbe Verwandtschaft zwischen Nordamerika und Nordeuropa haben. Besonders ausgedehnt muss das Land am Anfange der kambrischen Formation gewesen sein, deren unterste Schichten meist von Sandsteinen, Grauwacken und selbst von Konglomeraten gebildet werden. In Nordamerika müssen wir für das Unterkambrium ein festländisches Gebiet zwischen dem Oberen See, Arizona und Texas annehmen, da hier das Oberkambrium direkt auf algonkischen

Schichten lagert[1]). Östlich und westlich von diesem Bezirke ist dagegen das Kambrium voll entwickelt. Wir brauchen deshalb hier nicht eine isolierte Insel von fast kontinentaler Grösse anzunehmen, sondern können in dem Gebiete vielleicht einen Ausläufer des kanadischen Festlandes sehen. Nach den geologischen Funden und der Verteilung der Gebirge können wir annehmen, dass die Kontinentalgrenze der Nordatlantis[2]) damals weiter nördlich lag als seit dem Devon, und dass an dieser Südgrenze die Faunen sich ausbreiten konnten. Das Mitteleuropa vom Norden trennende Land kann dann kaum mit der Nordatlantis zusammengehangen haben.

§ 142. **Urgeschichte der Nordatlantis.** Wir kommen nun zu der Zeit, in der die biogeographische Methode uns im Stiche lässt. Für das Algonkium geben uns zunächst die Grundkonglomerate des Kambrium einen Anhalt, der für die Landnatur grosser Teile Europas und Nordamerikas spricht, sowie die diskordante Auflagerung des Kambrium. Da in Skandinavien und den Ostseeprovinzen das Kambrium dem Gneis bez. Granit auflagert, so muss hier im Algonkium wie im Urschiefer Festland gewesen sein. Grundkonglomerate finden wir dagegen sowohl in Böhmen wie in Kanada, doch kann Böhmen nur im obersten Algonkium Land gewesen sein, da wir hier auch präkambrische Schichten in der unteren Etage B finden. Ebenso findet sich Algonkium lokal in Skandinavien, meist reich an Konglomeraten, besonders in Jemtland, Dalarne, am Wener- und Wettersee und in Karelien. Sehr entwickelt ist das Algonkium in Britannien, der Bretagne und Nordamerika, wo es meist aus klastischen Gesteinen besteht, denen besonders am Grunde selbst Konglomerate beigemengt sind. Die grosse Mächtigkeit dieser Schichten, die in Britannien bis zu 3000 m, am Oberen See 3—4000 m, in der Bretagne 5000 m, am Huronsee sogar 6000 m beträgt, setzt grosse Festländer voraus, die wir im Norden dieser Fundstätten suchen müssen. Bei den amerikanischen haben wir hier das kanadische Gneisgebiet, in Britannien aber sehen wir jetzt von demselben nur den äussersten Rand im Hebridenzuge. Damit wird aber die Existenz der Nordatlantis selbst für das Algonkium wahrscheinlich gemacht.

Auf die archäische Zeit einzugehen erübrigt sich, da in ihr auch die Petrographie uns keinen genaueren Aufschluss über den Land- oder Meercharakter eines Gebietes geben kann. Wir werden deshalb diese Periode in einem besonderen Abschnitte besprechen.

§ 143. **Zusammenfassung.** Wir haben aus dem Vorhergehenden gesehen, dass die geologischen Erfahrungen jedenfalls nicht gegen die Annahme einer Nordatlantis sprechen, vielmehr dieselbe unterstützen. Wir kommen zu dem Schlusse, dass dieser Kontinent bereits im Algon-

---

[1]) Credner, E. d. G. S. 404.
[2]) Koken, Vorwelt. S. 68.

kium vorhanden war. Von dieser Zeit an breitete sich fast ununterbrochen ein mehr oder weniger breites Band von Festland zwischen dem kanadischen und dem skandinavischen Gneisgebiete aus, von hier öfter weiter nach Süden sich ausdehnend. Als Südrand sehen wir im allgemeinen für die Zeit bis zum Silur die Linie von Labrador (C. Charles) nach den Hebriden, für die Zeit vom Devon an die Linie von Neuschottland nach Irland an. Dieses Kernland der paläo- und mesozoischen Atlantis wurde mehrmals überflutet, so im oberen Perm, im Keuper und Lias, im Malm, im Cenoman. Alle diese Transgressionen waren aber jedenfalls in der Hauptsache nur von geringer Tiefe und oft nur von beschränkter horizontaler Ausdehnung. Seit dem Eozän begann aber dieses Kernland zu versinken, so dass im Miozän bereits beide Kontinente getrennt waren, während der nordatlantische Ozean erst im Pliozän und Diluvium seine volle Tiefe erhielt. Es sei an dieser Stelle bereits darauf hingewiesen, dass dieser gewaltige Einbruch an eine grosse Gebirgsbildungsepoche sich anschloss. In Nordamerika besass der Kontinent anfangs eine ziemlich beträchtliche Ausdehnung, wurde aber im Oberkambrium sehr eingeschränkt, so dass fast die ganze Union vom Meere überflutet wurde. Erst in der Mitte des Karbon erhielt das Land wieder grössere Ausdehnung und behauptete diese auch dauernd. In Europa dagegen war der zentrale Teil bis zum Oligozän grösstenteils Meer, in dem zahlreiche Inseln sich befanden, deren Ausdehnung sehr schwankte. Besonders ausgedehnt waren sie vom Karbon bis zur Trias, sowie im unteren Tertiär. Am meisten Landablagerungen finden wir naturgemäss in den der Nordatlantis zunächst gelegenen Gebieten, in Grossbritannien. Wir haben versucht, die wichtigsten Züge aus der Verteilung derselben hervorzuheben, ohne Vollständigkeit anzustreben, da dieselbe uns zu weit führen würde, sollen doch diese Erörterungen uns nur ein genaueres Bild von der Ausdehnung der Kontinente geben, auf deren Vorhandensein wir aus biogeographischen Tatsachen geschlossen hatten.

b) Der Angarakontinent.

§ 144. **Allgemeines.** Als zweites Gebiet fassen wir Nordasien ins Auge, das wir nach seinem Kernlande und nach dem Vorgange von Suess als Angarakontinent bezeichnen. Das betrachtete Gebiet umfasst Asien unter Ausschluss der indischen und vorderasiatischen Länder, und wir schliessen daran an die Betrachtung der Übergangsregionen zu Europa und Nordamerika. In Russland müssen wir aber den südlichen Teil ausser Betracht lassen. Was die Gebirge dieses Kontinentes anlangt, so haben wir die ältesten Falten wie in Europa im Norden, zwischen Jenissei und Lena, und von hier zieht sich eine Zone uralter Gebirge nach der Mandschurei und nach Korea. Daran schliessen sich im Norden wie im Süden Falten karbonischen Alters,

die ersteren nach Nordamerika hinüberführend, und endlich treffen wir im Süden auf jugendliche Gebirge, deren Faltung in die neueste Zeit fällt, also die gleiche Anordnung, wie sie uns auch in Europa und Nordamerika begegnet[1]), so dass also in der Entwicklung dieser Kontinente eine gewisse Parallele nicht zu verkennen ist. Über die frühere Geschichte des Angarakontinentes hat uns die Biogeographie vielfach im Stiche gelassen, nur über seine Randgebiete sind wir etwas genauer unterrichtet. Leider gilt das gleiche in vieler Beziehung auch von der Geologie. Infolge der wenigen Beziehungen des Kontinentes, die wir bisher feststellen konnten, können wir auch nicht eine so weitgehende Einteilung in Perioden vornehmen, wie bei der Nordatlantis. Als ältesten Abschnitt fassen wir wieder auf die Urgeschichte vor dem Kambrium, die ältere Geschichte reicht von hier bis zum Oligozän, und mit dem Miozän beginnt die neueste Geschichte.

§ 145. Neueste Geschichte des Angarakontinentes. Miozän bis Quartär. Während des Diluviums sind wenig Änderungen gegenüber der Jetztzeit zu erwähnen. Sibirien fehlte damals vollständig die Entwicklung einer Inlandeisdecke, ein Beweis dafür, dass es schon ebenso kontinales Klima besass als jetzt, dass also wesentliche Unterschiede im Verlaufe der Küstenlinie nicht vorhanden sein konnten. Nach Koken griff das arktische Meer ein Stück in die Obniederung ein, die Halbinsel Jalmal und das Gebiet zwischen dieser und der Pjäsinamündung umfassend. Dagegen gehörten die Neusibirischen Inseln noch zum Festlande, zu welchem Schlusse wir auch durch die Verbreitung der Tiere gekommen waren. Ebensowenig ist vom Neogen zu bemerken. Während im mittelmeerischen Gebiete damals ganz andere Verhältnisse herrschten als jetzt und auch in Europa der Verlauf der Küstenlinien ein wesentlich anderer war, stand der Angarakontinent in dauernder Verbindung mit Russland und dieses mit Skandinavien und Mitteleuropa. Wesentliche Umgestaltungen hat während dieser Zeit nur der Ostrand des Kontinentes erfahren, wo besonders in Japan das Tertiär eine grosse Rolle spielt, und wo während dieser Zeit die grossen vulkanischen Eruptionen stattgefunden haben. Russland reichte beträchtlich weniger weit nach Süden als jetzt und ein miozäner bis Kjelce sich hinziehender Meeresarm trennte es im Süden von dem karpathischen Gebiete.

§ 146. Ältere Geschichte des Angarakontinentes. Kambrium bis Oligozän. Im Oligozän ist als besonders bedeutsam der Meeresarm zu erwähnen, der die Obniederung bedeckend das Arktische mit dem Mittelmeer verband und Europa und damit die Nordatlantis von dem Angarakontinente schied. Dieses Meer bestand am längsten im

[1]) Arldt, Die Gestalt der Erde. Gerlands Beiträge zur Geophysik. Bd. 7. Heft 3. 1905. S. 317—318.

Süden, wo es nördlich vom Aralsee in das Mittelmeer einmündete. Russland hing damals bereits mit Skandinavien zusammen und war im Süden durch das Mittelmeer begrenzt. Im Osten bestanden nach Koken noch nicht die Becken des Ostchinesischen, Japanischen und Ochotskischen Meeres, und der Angarakontinent stand über das Beringmeer in breiter Verbindung mit dem nearktischen Teile der Nordatlantis. Ähnlich lagen die Verhältnisse auch im Eozän, wie überhaupt der Angarakontinent nicht in dem Masse Schwankungen unterworfen war, wie der europäische Teil der Nordatlantis. Immerhin scheint wenigstens zeitweise im Eozän, vielleicht sogar bis zum Miozän das Han-hai Meer gewesen zu sein.

Aus der oberen Kreide fehlen uns Sedimente in Nordrussland, während sie im Süden verbreitet sind. Russland bildete also damals einen Teil der Nordatlantis, wenn es auch weniger weit südwärts reichte als im Eozän und selbst im Oligozän. Andererseits hing aber das Land auch mit dem Angarakontinente zusammen, indem der transuralische Meeresarm sich erst später ausbildete. Hier beobachten wir also die cenomane Transgression nicht. Dagegen war Japan während der oberen Kreide Meeresboden, indem das Land bereits im Gault durch eine Transgression überflutet wurde. Der Angarakontinent wieder stand mit dem schmalen westlichen Teile von Nordamerika in Verbindung, der durch die cenomane Transgression isoliert worden war, an deren Stelle im Senon der Laramiesee trat. Dafür spricht besonders die Verbreitung indischer Formen, die in Japan wie in Alaska und Kalifornien sich finden und zwar besonders Ammoniten, z. B. Desmoceras Gardeni. Ganz anders lagen die Verhältnisse in der unteren Kreide. Während derselben bedeckte ein Ammoniten führendes Meer Russland von Simbirsk und Moskau bis zum Petschoragebiete. Das westlich davon liegende Land schloss sich bereits an die Nordatlantis an, nach Süden aber musste das Meer mit dem Mittelmeere in Verbindung stehen, denn nordische Tierformen sind hier südwärts bis nach Turkestan vorgedrungen, die auf keinem anderen Wege nach diesem Lande gelangt sein können. Auch die in Norddeutschland, Polen, Westrussland und Ciskaukasien sich findenden nordischen Tiere können nur über das russische Meer nach ihren südlichen Gebieten gelangt sein, da von Skandinavien an die Nordatlantis westlich bis zum Pazifischen Ozean sich ausdehnte. Ebenso muss der Angarakontinent aber auch im Osten isoliert gewesen sein, denn sowohl an der amerikanischen Seite bis Ecuador, wie auf der asiatischen über Japan bis Australien und Neuseeland finden wir ebenfalls nordische Formen, die nur durch die Beringstrasse bez. eine andere Strasse zwischen Asien und Nordamerika südwärts gewandert sein können. Im Norden hatte der Arktische Ozean eine etwas grössere Ausdehnung als jetzt, besonders von der Mündung des Anabar bis über die Jana finden wir hier kretazeische Sedimente mit typischer nordischer Fauna. Im Osten war Japan seit dem Gault

wie schon erwähnt Meeresgebiet, nördlich davon erstreckte sich eine Bucht im Amurgebiete hinauf.

Im Malm stand der Angarakontinent unter sehr ähnlichen Bedingungen. Nach Lapparents Ansicht war er sowohl von Nordamerika wie von Skandinavien isoliert. In Russland haben wir wie in der unteren Kreide Meer mit ausgesprochener nordischer Fauna. Dieses hat eine noch grössere Ausdehnung als das Kreidemeer und reicht im Süden bis Kiew, im Osten bis Orenburg, im Westen bis tief nach Polen herein, hier mit den mitteleuropäischen Meeren in Verbindung stehend. Die „Wolgastufen" finden sich auch in Nordsibirien wieder, im Olenek- und Lenagebiete nach Süden tief ins Land greifend, der grösste Teil von Sibirien aber ist Land im Gegensatz zur Ansicht Neumayrs, der allerdings auch nur Seichtwasser während des Oxford in Sibirien annahm. Die Amurbucht bestand bereits im Malm, wenn sie auch noch nicht so tief ins Land eingriff, als in der unteren Kreide. Im Süden ist die grosse Turaninsel Neumayrs jedenfalls als ein Teil des Angarakontinentes anzusehen. Die Juraablagerungen dieses Gebietes sind terrester und enthalten Kohlenbildungen. Gleiches gilt vom Tienschan, von Ostsibirien, dem grössten Teile des Amurlandes, sowie China, Japan und Hinterindien. In Tibet, zum Teil auch am Tienschan findet sich aber auch mariner Jura. Das hier befindliche Binnenmeer hat jedenfalls mit dem grossen Mittelmeere in Verbindung gestanden und von hier seine indischen Formen erhalten, sowie die Tiere der gemässigten Zone, die die Hauptmasse der Bevölkerung des tibetanischen Binnenmeeres bilden. Andererseits fehlen aber auch nicht boreale Formen, aus deren Vorkommen Neumayr auf die Inselnatur Turans schloss. Da aber nördlich vom Tienschan alle marinen Jurareste fehlen, in Sibirien vielmehr überall nur Süsswasserablagerungen des Jura sich finden, so scheint dieser Schluss doch sehr hypothetisch zu sein. Wir müssen also eher annehmen, dass die Tiere von Westen her eingewandert sind, dann aber vermutlich schon vor dem Malm. Tatsächlich sind in Buchara Kellowayreste mit borealen Tieren gefunden worden. Ebenso sind solche Funde in Afghanistan und Chorassan gemacht worden.

Im Dogger finden wir während des Kelloway fast dieselbe Verbreitung von Land und Meer. Ein Meeresarm zog sich, wie schon erwähnt, von Tibet nach dem Kaspischen Meere und vereinigte sich hier mit dem grossen russischen Meere. Im unteren Dogger dagegen waren alle diese Gebiete festländisch. Wir haben hier also wieder eine grosse Transgression zu beobachten, die von Süden her erfolgt sein mag, da im Kelloway Russlands noch viel Formen des gemässigten Gebietes sich finden. Im unteren Dogger scheint demnach die Nordatlantis von Europa aus bereits einmal mit dem Angarakontinente verbunden gewesen zu sein, eine Tatsache, die uns zwingt, die Hauptentfaltung der Angiospermen erst nach dem unteren Dogger anzunehmen. Wir hatten angenommen, dass die Monokotyledonen etwa bis zur Trias, die Chori-

petalen bis zum unteren, die Sympetalen bis zum oberen Jura zurückgehen. Sie mögen sich während dieser Zeit auch schon differentiiert haben, eine vorherrschende Rolle spielten sie aber bis zum Dogger sicher auch in Asien nicht. Erst im Kelloway erlangten sie das Übergewicht und gelangten zunächst nach Australien, sowie über Madagaskar und Afrika nach Südamerika. In der unteren Kreide hatten sie die Beringstrasse überschritten und gelangten um diese Zeit jedenfalls auch nach Europa. Stand so der Angarakontinent mit Europa im unteren Dogger in Verbindung, so spricht der Dogger der Aleuten und von Alaska für eine Trennung von Nordamerika. Auch der Lias ist hier marin vertreten, so dass der Angarakontinent während der ganzen Jurazeit ebensowenig mit Nordamerika Landtiere austauschen konnte, wie während des grössten Teiles der Kreide mit Ausnahme des Senon. Auch in Nordsibirien ist der Lias ebenso verbreitet, wie der Malm und die untere Kreide, dagegen war Sibirien wie China und Innerasien landfest mit Nordeuropa verbunden.

Während der Trias scheint der Angarakontinent ungefähr die gleiche Ausdehnung besessen zu haben. Im Osten sind pelagische Reste aus Buntsandstein und Muschelkalk bei Wladiwostok nachgewiesen, und da die gleiche Fauna auch bei Spitzbergen herrscht, so nimmt Lapparent eine Trennung von Asien und Nordamerika an, zumal auch sonst das arktische Becken in seiner Fauna zum pazifischen viele Beziehungen zeigt.

Auch in dem oberen Perm stand der Angarakontinent noch mit Skandinavien in Verbindung, doch traten während dieser Zeit mehrere Transgressionen ein, die Zechsteinablagerungen in Russland von Moskau bis zum Ural verursachten. Im unteren Perm finden wir dagegen hier die pelagische Fazies in der artinskischen Stufe entwickelt. Die oberpermischen Transgressionen sind also gewissermassen als Rückschläge bei der fortschreitenden Austrocknung des nordischen Festlandes anzusehen. Aus biogeographischen Gründen können wir unter diesen Umständen mindestens für das Oberperm bereits die Trennung von Asien und Nordamerika annehmen, so dass also von diesem bis zum Turon das Pazifische mit dem Arktischen Meere in Verbindung gestanden hätte, ebenso wie später das Atlantische. Dagegen bestand vielleicht im unteren Perm eine Landverbindung, indem durch die oberkarbonische Auffaltung des Werchojanskischen Bogens[1]) eine Brücke geschaffen wurde, die zu dem ebenfalls im Karbon schon zum Teil gefalteten Felsengebirge[2]) hinüberführte.

Die gleiche Verbindung nehmen wir demnach auch für das Oberkarbon an. Immerhin ist es sehr wohl möglich, dass die Verbindung nur aus Inseln bestand wie jetzt die zwischen Asien und Australien.

---

1) Suess, Asym. S. 90. — Haug, Bull. Soc. Geol. France. 28. p. 645.
2) Suess, A. d. E. I. S. 733.

Von Europa war der Angarakontinent jedenfalls ebenso getrennt wie im unteren Perm, indem in Russland das Karbon rein pelagisch als Kohlenkalk und Fusulinenkalk entwickelt ist, die nur lokal im Donetzbecken von der produktiven Steinkohlenformation vertreten werden. In Sibirien findet sich am Jenissei Kulmsandstein mit Pflanzenresten, also eine Strandbildung. Der Ostrand des Angarakontinentes kann auch im Karbon nicht sehr verschieden von der jetzigen pazifischen Küste Asiens gewesen sein, da in Schantung das Steinkohlengebirge mit Kohlenkalk wechsellagert.

Auch das Devon ist im Uralgebiet durchaus marin entwickelt, ebenso auch in Westsibirien. Im eigentlichen Russland ist nur das Mittel- und Oberdevon marin, das Unterdevon fehlt gänzlich. Das Mitteldevon besitzt dabei eine ganz eigenartige Fauna. Jedenfalls trat im Mitteldevon eine Transgression ein, die das bisher mit der Nordatlantis zusammenhängende Russland mit einem seichten Meere bedeckte, das erst allmählich bis zum Karbon sich vertiefte. Immerhin war auch im Unterdevon der Angarakontinent bereits von Europa getrennt und zwar schärfer als jemals später, indem das sibirische Meer vom Ural bis zum Altai reichte, vielleicht sogar noch weiter. Nach Lapparent hatte es im Mitteldevon selbst das Kernland des Kontinentes zwischen Jenissei und Lena überflutet, so dass vom Angarakontinente nur die Mandschurei und der Nordosten noch Festland war, da auch in China in den Nordprovinzen devonische Ablagerungen sich finden.

Im Silur war dagegen zuletzt das Land viel ausgedehnter. Nur beim Lenadelta, am Timangebirge und in dem Ostseegebiet und in Polen und Podalien war bereits Meer[1]). Doch hing während dieser Zeit der Angarakontinent nicht mit Skandinavien zusammen, das vielmehr überflutet war. Indessen fehlt in der Petersburger Gegend das Obersilur. Nur das Untersilur ist hier entwickelt, während dessen das Meer sich über ganz Russland bis in die Gegend des Ural ausdehnte. Auch in Sibirien haben silurische Sedimente im Osten weite Verbreitung. Im Kambrium haben wir zuoberst vielleicht wieder eine grössere Landmasse in den südlichen polnischen Gouvernements anzunehmen[2]). Doch war auch während dieser Zeit der Angarakontinent durch einen Meeresarm von der Nordatlantis getrennt, umfasste aber den grössten Teil von Russland[3]). Im Mittelkambrium war der Kontinent im Süden durch einen vom Himalaya und Innerasien nach Korea und dem Amurgebiet sich hinziehenden Meeresarm begrenzt, der auch schon im Unterkambrium bestand[4]). Russland scheint auch damals mit dem Angarakontinente verbunden gewesen zu sein, der aber nicht mit der Nordatlantis zusammenhing.

---

1) Koken, Vorwelt. S. 161.
2) Ebend. S. 105.
3) Ebend. S. 101.
4) Ebend. S. 68.

§ 147. Urgeschichte des Angarakontinentes. Über die Urgeschichte des Angarakontinentes können wir ebensowenig etwas Näheres aussagen, wie über die etwaige Verbindung desselben mit Nordamerika während des älteren Paläozoikums, doch dürfen wir jedenfalls annehmen, dass, wie in anderen Gebieten der Erde, damals auch hier ein Festland existierte, beobachten wir doch überall, dass die Kerne der Festländer dauernd ihren Platz behaupten und höchstens zeitweise transgrediert worden sind.

§ 148. Zusammenfassung. Der Angarakontinent hat also anscheinend im Anfange des Paläozoikum besonders wechselvolle Schicksale gehabt. Selbst sein Kernland wurde damals mehrmals überflutet, das erst nach dem Devon dauernd Festland wurde, also später als Skandinavien. Wir stellen nun zunächst die Verbindungen zusammen, die wir nach den Ergebnissen der biogeographischen und geologischen Untersuchungen zwischen den drei Norderdteilen annehmen müssen. Im folgenden bezeichnet **N.** Nordamerika, **E.** Europa, **A.** den Angarakontinent und zwar sind darunter in erster Linie die nordischen Massive zu verstehen. So kann Russland einmal unter A. und einmal unter E. einbegriffen sein, je nachdem die trennende Meeresstrasse im W. oder im O. liegt, und ebenso schwankt Grönland zwischen E. und N., Alaska zwischen N. und A. Die Zugehörigkeit dieser Länder (R., G., Al.) ist bei Bedarf durch Pfeile angedeutet. Wagerechte Striche zwischen zwei Symbolen bedeutet die Vereinigung zweier Kontinente, senkrechte deren Trennung. Bei kurzer Verbindung bezw. beschränkter oder seichter Transgression ist nur ein Strich verwendet, zwei bezeichnen dauerndere Beziehungen. Die Kontinente sind dabei so geordnet, dass ihre Verbindung möglichst hervortritt.

Quartär — || **N.** || **E.** = **A.** ||
↗↖
Al. G.

Miozän — Pliozän — || **E.** = **A.** = **N.** ||
↗
G.

Eozän — Oligozän — || **A.** = **N.** = **E.** ||
↖
R.

Turon — Senon — || **N.** = **E.** = **A.** ||
↖
Al.

Cenoman — || **N.** | **E.** = **A.** ||
↖ ↖
G. Al.

Neocom — Gault — || **N.** = **E.** || **A.** ||
↗ ↖
Al. R.

Malm — || **N.** | **E.** || **A.** ||
↖ ↖
G. R.

Dogger — || **N.** = **E.** = **A.** ||

```
Keuper — Lias                              || N. || E. = A. ||
                                               ↗
                                            Al.
Buntsandstein — Muschelkalk                || N. = E. = A. ||
                                               ↗
                                            Al.
Zechstein                                  || N. || E. — A. ||
                                               ↗     ↖
                                            Al.       R.
Rotliegendes                      || A. ?= N. || E. ||
                                            ↖     ↖
                                             G.    R.
Oberkarbon                        || A. ?= N. = E. ||
                                                  ↖
                                                   R.
Devon — Unterkarbon               || A. || N. = E. ||
                                                  ↖
                                                   R.
Silur                                      || N. = E. || A. ||
                                                        ↗
                                                      R.
Kambrium                                  ?|| N. = E. || A. ||?
                                                        ↗
                                                      R.
Algonkium                                 ?|| N. = E. || A. ||?
                                                      ?
```

Wir sehen hieraus, dass die Verbindung zwischen Europa und Asien im Obersilur, vom Zechstein bis Dogger, vom Cenoman bis Senon und seit dem Miozän gedauert hat. Sie hat aber nie so andauernd bestanden, wie die Verbindung zwischen Nordamerika und Europa, so dass deren Zusammenfassung in eine Nordatlantis dadurch gerechtfertigt ist. Von den 34000 m Sedimenten, die seit dem Algonkium zur Ablagerung gekommen sind, fallen ca. 29000 auf Formationen, in denen wir das Bestehen der Nordatlantis angenommen haben, freilich sind wiederholte Transgressionen im Paläozoikum nicht ausgeschlossen, besonders wahrscheinlich sind sie im Mitteldevon. Immerhin bleibt ein sehr beträchtlicher Rest übrig. Für die Verbindung zwischen Europa und Asien erhalten wir aber nur 4500 bezw. 11000 m, je nachdem wir im Algonkium eine Trennung oder Verbindung ansetzen, also beträchtlich weniger, und für die Verbindung zwischen Nordamerika und Asien gar nur 4000 m, unter Einrechnung des zweifelhaften Kambrium und Algonkium 13500. Sehen wir bei den Verbindungen des Angarakontinentes von den ersten zweifelhaften Formationen ab, so bestand die transatlantische Verbindung etwa 86%, die europäisch-asiatische 16%, die transpazifische 16% der Gesamtzeit. Sehen wir überhaupt vom Algonkium und Kambrium ab, so ergeben sich entsprechend die Werte 81%, 18% bezw. 16%. Die diese Zahlen zu 100 ergänzenden Werte geben uns die Dauer der Verbindungen des Arktischen Ozeans an. Dieser stand in Verbindung mit dem Atlantischen Ozean 14% bezw. 19%, mit dem Indischen Ozean 84% bezw. 82%, mit dem Grossen Ozean 84% der Gesamtzeit. Die jetzige breite Verbindung des Atlantischen Ozeans mit dem nördlichen Eismeer, die letzteres fast nur als ein Nebenmeer desselben erscheinen

lässt, ist also erst ein sehr neuer Zug im Antlitz der Erde. Grösstenteils hat der Grosse Ozean diese Rolle der Beherrschung der nördlichen Gebiete gespielt, und seine Strömungen sind jedenfalls tief in das arktische Becken eingedrungen, wie jetzt der Golfstrom es tut, was natürlich auch auf das Klima der nordamerikanischen Inselwelt sehr wesentlich eingewirkt haben muss. Niemals haben anscheinend die Landmassen einen ununterbrochenen Ring um das Arktische Meer geschlossen, an einer Stelle mindestens war derselbe stets zerbrochen, oft an zwei, sehr selten an allen dreien. Mit Einrechnung des Kambrium und Algonkium war das arktische Becken während 14% der Gesamtzeit an einer, während 85% an zweien, während 1% an drei Stellen offen, ohne die beiden Formationen an 19%, bezw. 80%, bezw. 1%. Die Verbindung an zwei Stellen war also unter allen Umständen die Regel (Durchschnitt 1,9 bezw. 1,8) und insofern haben wir auch in der Jetztzeit den normalen Zustand. Fassen wir dagegen nur die jüngste Zeit, die mesozoische und känozoische Periode in Betracht, so ist dies nicht der Fall. Denn von dieser Zeit fielen 57% auf die einfache, 35% auf die doppelte, 8% auf die dreifache Verbindung. Es scheinen demnach die Kontinente die Neigung zu zeigen, sich im Norden immer mehr zusammenzuschliessen. Das zeigte folgende Zusammenstellung. Es entfallen von der Gesamtzeit:

	auf die einfache	doppelte	dreifache Verbindung:	durchschnittliche Verbindungen:
seit dem Eozän (ca. 1200 m)	83%	17%	0%	1,1
„ „ Buntsandstein (4200 m)	57 „	35 „	8 „	1,5
„ „ Karbon (11500 m)	40 „	57 „	3 „	1,6
„ „ Silur (24500 m)	19 „	80 „	1 „	1,8
„ „ Algonkium (34000 m)	14 „	85 „	1 „	1,9

Wenn diese Zahlen natürlich auch nur einen beschränkten Wert haben können, so lässt sich doch die oben erwähnte Neigung nicht verkennen. Bemerkenswert und auffällig ist besonders der Umstand, dass der Indische Ozean bezw. das indische Mittelmeer mit dem Arktischen Ozeane beträchtlich länger in Verbindung gestanden hat als der Atlantische Ozean, doch ist dabei zu beachten, dass das verbindende Meer meist nur verhältnismässig schmal war, und dass hier eine Verbindung durch die hier sehr nördliche Lage des mittelmeerischen Gürtels erleichtert wurde. Dieser Umstand ist wichtig für die Beurteilung einer Frage, die wir nach dem geologischen Kapitel erörtern wollen.

c) Der Mittelmeerische Gürtel.

§ 149. Allgemeines. Wir kommen nun zu einem der wichtigsten tektonischen Gebiete der Erde, dem Mittelmeerischen Gürtel, dem Ozeane Tethys von Suess, der eines der ältesten und dauerndsten Meeresbecken vorstellt, und der reicher an tektonischen Störungen der verschiedensten

Art ist als irgend ein anderes Stück der Erdkruste. Er erstreckt sich in einem Kreise um die Erde, der annähernd parallel zu einem grössten Kreise verläuft, der den Äquator unter einem Winkel von 23,5° bei 91° O. und 271° O. schneidet, letzteres in der Nähe der Galapagosinseln, dessen Pol also östlich der Beringstrasse auf dem Polarkreise gelegen ist[1]. Im folgenden werden wir den grössten Teil der Länder zu betrachten haben, die unmittelbar nördlich dieses grössten Kreises gelegen sind, Mittelamerika, Mexiko und Texas, das Gebiet des romanischen Mittelmeeres einschliesslich des pontischen Beckens, Vorderasien ohne Arabien, Nordindien, Hinterindien und die Ostindische Inselwelt. Dagegen verschieben wir auf spätere Kapitel die Betrachtung der ebenfalls noch in den Gürtel fallenden Gebiete Arabien, Dekhan, Ceylon, Melanesien und Polynesien. Der Gürtel ist jetzt durchaus nicht mehr in seiner ganzen Ausdehnung Meer, am breitesten durchbricht ihn Asien durch seine südliche Verbindung mit den Resten des alten indisch-äthiopischen Tafellandes. Dieser Zustand der Durchbrechung des Mittelmeergürtels geht zurück etwa bis zum Pliozän. Wir bezeichnen diesen Abschnitt als die neueste Geschichte der Mittelmeere. Vorher geht ein Abschnitt, in dem wir aus biogeographischen Gründen eine vorwiegende Scheidung der Nord- und Süderdteile annehmen. Er reicht vom Keuper bis zum Miozän. Vom Perm bis zum Muschelkalk herrschten wieder nordsüdliche Verbindungen vor. Im Karbon und früher waren die Verhältnisse wenigstens zuletzt ähnlich wie in der Kreide, und endlich fassen wir auch hier das Algonkium für sich als Vorzeit auf, so dass wir im ganzen wie bei der Nordatlantis fünf Abschnitte erhalten.

§ 150. Neueste Geschichte der Mittelmeere. Pliozän bis Quartär. Die diluviale Geschichte besonders der europäischen aber auch der asiatischen Mittelmeerzone haben wir bereits vermittelst der biogeographischen Methode untersucht. Die Geologie kann hier nicht so viel Tatsachen bieten, da es sich in dieser Zeit im Mittelmeergebiete, abgesehen von kleinen marinen Bänken von Palermo, Korsika, Toskana, Rhodos, Korinth, den Dardanellen, hauptsächlich um Senkungen handelt, also keine oder nur unwesentliche pleistozäne marine Reste hinterlassen worden sein können. Jedenfalls spricht aber die Geologie nicht gegen die späte Abtrennung vieler Inseln und gegen die späte Ausbildung einzelner Meeresbecken wie des Ägäischen Meeres. Das Schwarze Meer war demnach noch ein Binnengewässer und stand jedenfalls durch die Manytschniederung mit dem Kaspischen Meere in Verbindung, das eine grössere Ausdehnung besass und nach Koken auch noch mit dem Aralsee verbunden war. Nehmen wir an, dass keine Niveauverschiebung zwischen den drei Restbecken des alten pontischen Meeres eintrat, so würde eine Hebung des Wasserstandes um mehr als 25 m das Schwarze mit dem Kaspischen Meere in Verbindung bringen.

[1]) Arldt, Beitr. f. Geophysik. VII, 3. 1905. S. 312—313 und Karte, s. a. § 199.

Zu einer Verbindung mit dem Aralsee wäre eine Steigung von ca. 50 m notwendig. Zuerst hat sich jedenfalls der Aralsee isoliert. Gewöhnlich schreibt man die Trennung der Meeresbecken der Entstehung des Bosporus und dem Abfliessen der überschüssigen Wassermasse nach dem Mittelmeere zu, doch ist dies durchaus nicht notwendigerweise der einzige Grund. Das über 2000 m tiefe Becken des Schwarzen Meeres ist ebenso wie der südliche Teil des Kaspischen eine sehr junge Bildung. Als diese Becken sich ausbildeten, musste infolge davon der Meeresspiegel des pontischen Beckens sich beträchtlich senken. Wenn wir bedenken, dass die Einsenkung des südlichen Teiles des Schwarzen Meeres ca. 2000 m beträgt, während der Wasserspiegel sich nur etwa 50 m zu senken hatte, um den gegenwärtigen Zustand herbeizuführen, so sehen wir, dass die Bildung des Tiefenbeckens hinreichte, um die genannte Senkung auf einem vierzigmal so grossen Flächenraum zu veranlassen. Dann bekommen wir aber eine Ausdehnung, die die des alten Pontus bei weitem übertrifft, bildet doch das Tiefenbecken etwa zwei Drittel des Schwarzen Meeres, während der diluviale Pontus höchstens vier- bis fünfmal so gross gewesen sein dürfte als der jetzige. Nach einer Annäherungsabschätzung fallen von den 462000 km² des Schwarzen Meeres annähernd 280000 km² auf das Tiefseebecken, während das pontische Becken nicht über 1'800000 km² gross gewesen sein dürfte. Dann würde aber eine Grundvertiefung um 2000 m sogar ein Sinken des Spiegels um mehr als 300 m hervorrufen. Allerdings wirkt die Verringerung der Verdunstungsfläche diesem Sinken des Wasserspiegels einigermassen entgegen. Wir sehen aber jedenfalls, dass die Ausbildung des pontischen Tiefenbeckens reichlich zureicht, um die Trennung der nicht mehr zusammenhängenden Gewässer zu erklären. Somit fällt die Notwendigkeit fort, für die Länder des Ägäischen Meeres eine Katastrophe anzunehmen oder auch nur einen abnorm grossen Strom als Abfluss des grossen Binnensees. Es sind vielmehr wahrscheinlich beide mit einander in Verbindung stehende Meeresbecken annähernd in gleichem Niveau gewesen, ja das Schwarze Meer stand vielleicht sogar tiefer, so dass am Anfang eine starke Strömung nach dem Pontus stattfand, die ihm mediterrane Formen zuführte, die gegen einen reissenden Strom nur schwer hätten einwandern können, und die auch jetzt hauptsächlich nur unter Benutzung des schwächeren Unterstromes leichter durch den Bosporus ostwärts gelangen können. Sehr stark kann aber dieser Zufluss nicht gewesen sein, da jede starke Strömung eine Stagnation des Grundwassers verhindert hätte, wie sie der Schwefelwasserstoffgehalt der Tiefen des Schwarzen Meeres[1]) zur notwendigen Voraussetzung hat, mag die Strömung nun ostwärts oder westwärts gerichtet gewesen sein. Aus demselben Grunde ist jedenfalls der Salzgehalt des Schwarzen Meeres grösstenteils nicht vom Mittelländischen Meere herzuschreiben.

---

[1]) Kobelt, Zoogeographie. II. S. 3.

Am Anfange war das pontische Becken mit Süsswasser oder mit schwach brackischem Wasser gefüllt, hatte also jedenfalls einen Abfluss, vermutlich nach dem Mittelmeere zu. Mit dem Einsinken der Scholle hörte dieser auf und das Wasser reicherte sich allmählich mit Salz an. Die Salzmenge der Flüsse würde dazu hinreichen. Nehmen wir die mittlere Tiefe des Schwarzen Meeres reichlich an, etwa auf 1500 m, so ist sein Rauminhalt 693000 km³. Wären diese durchaus ebenso salzreich wie die Ozeane, was bei weitem nicht der Fall ist, so erhielten wir als Salzmenge des Meeres 24255 km³. Das Zuflussgebiet des Schwarzen Meeres umfasst ca. 3'000000 km². Rechnen wir die durchschnittliche Regenhöhe in demselben nur zu 50 cm, einen jedenfalls zu niedrigen Wert, und nehmen an, dass von den Niederschlägen 50 % dem Meere zufliessen, so erhalten wir als jährliche Zuflussmenge 750 km³ Wasser. Setzen wir den Salzgehalt des Flusswassers gleich 0,167 ‰, so würden jährlich dem Schwarzen Meere 0,125 km³ Salze zugeführt. Um den oben berechneten Salzbedarf zu decken, würden also ca. 194000 Jahre erforderlich sein; in Wirklichkeit ist aber die Zahl beträchtlich kleiner, da wir die Salzmenge des Meeres beträchtlich zu hoch (Salzgehalt des Schwarzen Meeres 1,5—1,8 ‰), die zugeführte Wassermenge jedenfalls zu niedrig angesetzt haben. Immerhin würde selbst die genannte Zahl nur einen Bruchteil der Quartärzeit ausmachen, deren Länge man auf etwa 500000 Jahre abgeschätzt hat[1]). Auf den Unterschied in der Zusammensetzung der Salze in Flüssen und Meeren soll in einem späteren Kapitel eingegangen werden. Der Bosporus selbst ist jedenfalls ein junger Graben, doch musste schon vorher das Marmarameer mit dem Pontus in Verbindung stehen, da die Linie Golf von Ismid — See von Sabandscha — Tscheryk-Su — Sakaria nirgends 40 m Höhe erreicht und an ihren höchsten Stellen noch dazu vulkanischen Grund zeigt. Eine ähnliche Senke führt vom Sakaria über den See von Isnik nach dem Indjir Liman. Eine dritte scheint vom Golf von Burgas nach dem Azmek zu gehen und diesem, der Tundscha und der Maritza abwärts zu folgen[2]).

Das pontische Becken hatte während der Pliozänzeit vermutlich noch grössere Ausdehnung als am Anfange des Diluvium. Dazu kamen noch ausgedehnte Seebecken in Albanien, Griechenland, Rumänien, in Siebenbürgen, im Banat, in der ungarischen Ebene und im Wiener Becken, deren Ablagerungen wir insgesamt als pontische Stufe bezeichnen. Die Schichten bezeichnen eine fortschreitende Aussüssung, indem auf Brackwasser Süsswasserschichten folgen. Alle diese Seen verschwanden aber noch im Laufe der Pliozänzeit, so dass die obersten Schichten bereits fluviatile Bildungen darstellen. Im Westen dieser

---

1) Vgl. Hildebrandt, Eiszeiten der Erde, ihre Dauer und ihre Ursachen. Berlin 1901. S. 55—62. 64—65.

2) Kobelt, Zoogeographie. II. S. 8—11.

grossen Seen war alles Festland, da hier die tertiären Schichten im allgemeinen mit dem Miozän abschliessen. Ähnliche Ablagerungen wie die der pontischen Stufe finden sich auch in Italien und im Rhonebecken. Diese Becken bestanden aber nur im unteren Pliozän und wurden in der Mitte des Pliozän wieder mit dem Meere vereinigt. Während dieser dritten Mediterranstufe überflutete das Meer das Rhone- und das Potiefland, reichte tief in Toskana hinein, sowie in die Nähe von Rom; Kalabrien und die Gegend von Messina wurden von ihm überspült, und ebenso griff das Mittelmeer in Algerien, Spanien, auf den Balearen, den Ionischen Inseln und dem Peloponnes über seine jetzigen Grenzen hinaus. Die Strasse von Gibraltar existierte noch nicht, dagegen stand das Mittelmeerbecken durch die Guadalquivirniederung mit dem Atlantischen Ozeane in Verbindung[1]). Im Osten war das Meer beschränkter als heute. Nur eine Meeresbucht zog sich zwischen Kreta und dem Peloponnes bis Attika hin, dagegen zog östlich davon die Küste weit südlich von Kreta und Kleinasien sich hin bis zum Westen von Kypern, und auch im Süden war die afrikanische Küste weit nordwärts gerückt. Dadurch wurde zwischen Eurasien und Afrika eine viel breitere Verbindung geschaffen als jetzt, die die pliozäne Einwanderung nordischer Tiere auch von Syrien her erleichterte. Auch im Osten des Adriatischen Meeres existierte damals Land, das von Illyrien zum Monte Gargano herüber sich erstreckte. Die italischen Gebiete sind auch im obersten Pliozän noch marin, im Osten hat sich bis dahin das Meer nordwärts bis Rhodus ausgedehnt, in der Hauptsache erfolgte aber die Bildung des östlichen Beckens erst im Diluvium. Die geologischen Resultate im Gebiete der griechischen Inseln stimmen also recht gut mit denen überein, zu denen wir auf Grund der Betrachtung der Mollusken gekommen waren. Gehen wir noch weiter nach Osten, so sind die Siwalikschichten Ostindiens, soweit sie pliozän sind, Süsswasserablagerungen. Dagegen finden wir marines Pliozän auf Java und auf den Philippinen. In Mittelamerika dagegen scheinen im Pliozän ähnliche Verhältnisse wie jetzt geherrscht zu haben.

§ 151. Neue Geschichte der Mittelmeere. Keuper bis Miozän. Im Miozän finden wir hier aber eine weitere Ausdehnung des Meeres. Marine miozäne Ablagerungen finden sich auf den Westindischen Inseln wie auf Florida, und dass auch Zentralamerika keine feste Landbrücke war, beweist, abgesehen von den Beziehungen der Landtiere, der Umstand, dass in den miozänen Ablagerungen von Chile europäische miozäne Formen sich finden, die nicht hierher gelangt sein könnten, wenn irgend eine Landbrücke zwischen beiden Amerika den Atlantischen vom Grossen Ozean getrennt hätte. Im unteren Miozän überspülte das amerikanische Mittelmeer auch die Randländer des Golfs von Mexiko, die aber noch im Laufe der Periode landfest wurden. Gehen wir im mittelmeerischen

---

[1]) Suess, A. d. E. I. S. 379–382.

Gürtel ostwärts, so finden wir miozäne Ablagerungen auf den Kanarischen Inseln und auf Madeira. Die Guadalquivirstrasse existierte bereits, während das Garonnebecken nur eine tiefe Bucht des Atlantischen Ozeans bildete [1]). Wie hier, so drang der Ozean auch in Portugal und Marokko tief ein, in letzterem vielleicht ebenfalls durch eine schmale Meeresstrasse mit dem Mittelmeer in Verbindung stehend. Italien und Sizilien weisen fast in ihrer ganzen Ausdehnung miozäne Sedimente auf, ebenso Malta. Marine Sedimente finden sich auch im südlichen Kleinasien und auf Kypern, dagegen kennt man sie nicht an der afrikanischen und syrischen Küste, die damals wie noch im Pliozän beträchtlich weiter nördlich bezw. westlich gelegen haben mag. Von Nordkleinasien scheint das Meer die ganze Miozänzeit hindurch über Kilikien bis Armenien, im Untermiozän sogar durch Persien bis an die Grenzen Indiens sich ausgedehnt zu haben, wo ebenfalls marine Sedimente nachgewiesen worden sind, so dass damals das Mittelmeer eine weit beträchtlichere Länge als in der Gegenwart besass. Ebenso sandte das Mittelmeer Ausläufer ziemlich weit nach Süden und Norden. Im Süden finden wir von der Libyschen Wüste bis zum Roten Meere marines Miozän, besonders entwickelt in der Oase Siwah. Hier hat das Mittelmeer also einen grossen Teil von Ägypten überflutet. Interessant sind die Vorkommnisse im Norden. Hier dringt das Meer in das Rhonebecken ein und zieht sich dann im Untermiozän am Nordabhange der langsam sich erhebenden Alpen entlang. Hier bildet die untersten Schichten des Miozän ein Süsswassersandstein, mit dem jedoch marine Schichten wechsellagern. Dann folgt die rein marine helvetische Stufe mit vielen noch jetzt im Mittelmeere lebenden Mollusken, neben denen aber auch Tiere vorkommen, die eine Verbindung mit dem pontischen Meere beweisen. Im oberen Miozän ist das ganze Gebiet aber bereits wieder Land geworden, die alpine Insel oder Halbinsel ist mit Mitteleuropa verbunden. Es kommt während dieser Zeit die obere Süsswassermolasse zur Ablagerung. Dieser schweizerisch-bayrische Meeresarm führte im Untermiozän zwischen den Alpen und dem böhmischen Massiv hindurch zunächst in das Wiener Becken und damit in das grosse pontische Mittelmeer, das ganz Ungarn und Siebenbürgen umfasste und nördlich über Mähren und dann an den noch niedrigen Karpathen entlang über das Schwarze und Kaspische Meer mindestens bis zum Aralsee sich erstreckte, zugleich Rumänien überflutend und bis ins Ägäische Meer in die Gegend der Troas vordringend, ohne aber hier mit dem eigentlichen Mittelmeere in Verbindung zu treten, da im kykladischen Gebiete Süsswasserbildungen sich finden. Dieses pontische oder sarmatische Mittelmeer stand also an Ausdehnung kaum hinter dem romanischen Mittelmeere zurück, hatten wir doch schon den diluvialen Pontus auf ca. 1'800000 km² geschätzt, wozu ganz abgesehen von einer

---

1) Suess, A. d. E. I. S. 382.

etwaigen weiteren Ausdehnung in Russland mindestens 500000 km² für die Ausdehnung nach Westen hin kommen, so dass wir für dieses Meer etwa 2300000 km² Flächeninhalt annehmen können gegenüber 2400000 km² des romanischen Mittelmeeres ausschliesslich des ihm fremden Pontus. Allerdings hat die Ausdehnung des Beckens sehr wesentlich geschwankt. Im Unter- und Mittelmiozän stand es mit dem Mittelmeere in Verbindung, und seine Ablagerungen sind die rein marinen Schichten der ersten und zweiten Mediterranstufe. Besonders viele Tiere der zweiten finden sich noch jetzt im Mittelmeere, so dass wir hier ihre Heimat sehen können. Diese Schichten reichen ostwärts bis zu dem Asowschen Meere. Durch die Trockenlegung des Schweizerischen Gebietes wurde dieses Mittelmeer zum Binnensee, der aber nicht abflusslos gewesen zu sein scheint, da die nächste sarmatische Stufe halbbrackischen Charakter zeigt, der im Pliozän in brackischen und süssen überging. Gleichzeitig erfolgte eine beträchtliche Ausdehnung des Beckens nach Osten, indem die sarmatischen Ablagerungen sich bis zum Aralsee finden. Diese Ausdehnung kann nicht einfach eine Transgression gewesen sein, vielmehr muss im Osten bereits ein grosses, vielleicht das Kaspische Meer und den Aralsee umfassendes Meeresbecken existiert haben. Denn mit dem Obermiozän erscheint im pontischen Meere eine ganz neue Fauna, die nicht von der mittelmeerischen sich ableiten lässt, und die im Wiener Becken selten, beim Schwarzen Meer schon häufig, am Kaspischen Meere fast ausschliesslich vertreten ist. Besonders ist bei diesen Schichten das Vorkommen von Seehunden (Phoca), Sirenen (Metaxytherium) und Walen (Cetotherium, Squalodon) zu erwähnen. Unter den Mollusken ist Adacna besonders charakteristisch. Die Herkunft dieser Tiere ist viel umstritten. Neumayr hält es für wahrscheinlich, dass diese Fauna vom östlichen Mittelmeer, vielleicht von Kleinasien oder Armenien, oder von den indischen Meeren her eingewandert ist. Allerdings wäre das möglich, immerhin sollten wir dann eine grössere Verwandtschaft mit den mittelmeerischen Tieren erwarten. Aus diesem Grunde scheint eine andere Erklärung vorzuziehen zu sein. Wir haben gesehen, dass im Oligozän ein Meeresarm vom Arktischen Meere zur kaspischen Niederung führte und dass dieser von Nord nach Süd fortschreitend verlandet wurde. Gleichzeitig ist er vermutlich durch die Bildung der nordiranischen Gebirge im Süden abgeschlossen und zu einem Binnensee gemacht worden, in dem die genannten Meerestiere sich weiter erhielten. Sein Wasser kann deshalb ziemlich salzig geblieben sein, da bei seiner Vereinigung mit dem pontischen Becken dieses ja auch erst halbbrackisch war. Aus diesem Grunde ist es auch nicht nötig nach einem Abflusse zu suchen. Dagegen muss ein solcher wie schon erwähnt, für das pontische Becken vorhanden gewesen sein. In dieses mündeten damals sicher annähernd ebenso grosse Ströme wie jetzt, war es doch rings von Land umgeben, und dieses musste ein feuchteres Klima als jetzt besitzen, drang doch

das Meer im Norden wie im Süden tief in die Landmassen ein. Infolgedessen mag in dem vom Meere abgeschnürten Pontus der Zufluss zunächst die Verdunstung überwogen haben, und deshalb sein Spiegel gestiegen sein. Es wäre denkbar, dass dies allein hingereicht hätte, ihn mit dem kaspischen Becken in Verbindung treten zu lassen und ihm einen Abfluss durch das ägäische Gebiet nach dem Mittelmeere zu verschaffen. Die Einschrumpfung, die im Pliozän folgte und die sich im Miozän schon durch die Bildung der galizischen Salzlager ankündigte, dagegen müssen wir auf Rechnung der fortdauernden Hebung des alpinen und karpathischen Gebietes setzen. Unterstützt wurde sie aber jedenfalls durch ein trockneres Klima, das jetzt begann, da die dem Pontus benachbarten Meeresarme sich weit zurückzogen. Gehen wir nun in der mittelmeerischen Zone noch weiter östlich, so treffen wir unter den pliozänen Süsswasserschichten der Siwalikhügel auf eine marine Schicht, die Gajgruppe, deren Gipsführung beweist, dass diese Gegend im Miozän im Begriffe war zu verlanden. Ebenso scheinen auf Java miozäne Meeresablagerungen zu finden zu sein. Ob das europäische Mittelmeer mit den indischen Gewässern in Verbindung stand, lässt sich nicht mit Bestimmtheit entscheiden, Neumayr hält es wegen der Fauna nicht für wahrscheinlich. Jedenfalls war aber die Landbrücke, die beide Teile des Mittelmeeres trennte, ausserordentlich schmal, da das europäische Mittelmeer ja wahrscheinlich fast bis an die Grenzen Indiens reichte. Wir bekommen also für die Miozänzeit einen fast ununterbrochen um die Erde herumreichenden mittelmeerischen Wassergürtel. Die Siwalikfauna hat während des Miozän nur nördlich dieses Meeres sich ansiedeln können, erst im Pliozän, frühestens im obersten Miozän, gelangte sie auch nach dem Dekhan hinüber.

Ähnlich lagen die Verhältnisse schon im Oligozän. Nordamerika war von Südamerika getrennt. Die Halbinsel Florida lag unter dem Meeresspiegel ebenso wie die benachbarten Ebenen des Mississippi und der atlantischen Küste. Wichtig sind die marinen Schichten der Antillen, da deren Korallenfauna der italienischen sehr ähnlich ist. Da die Korallen sich nicht über das tiefe atlantische Becken ausbreiten konnten und ebensowenig der Küste der Nordatlantis folgen, da sie in Nord- und Mitteleuropa fehlen, so müssen wir annehmen, dass im Süden entweder noch ein Kontinentalrand oder wenigstens eine Reihe von Inseln existierte, die die Wanderung dieser Tiere gestattete. Diese Verbindung muss übrigens nach Gregory auch noch im Miozän existiert haben, da auch in diesem die westindischen marinen Tiere noch grosse Verwandtschaft zu den mittelmeerischen zeigen [1]). Wir finden diese Verwandtschaft bei Krebsen, Schnecken, Muscheln, Seeigeln und anderen Tieren ausgeprägt. So findet sich von den Dekapoden der jetzt auf den Antillen lebende

---

[1]) J. W. Gregory, Contributions to the Palaeontology and Physical Geology of the West Indies. Quarterly Journal of the Geological Society. Vol. 51. 1895. p. 306—307.

Gecarcinus im Miozän von Öningen, Neptunus lebt im Mittelmeer, bei den Antillen und im Grossen Ozean, fossil ist er rings um das Mittelmeer seit dem Eozän bekannt, Lobonotus aus dem Miozän von San Domingo ist nahe verwandt mit vielen mittelmeerischen Gattungen. Unter den Gastropoden seien erwähnt die Opisthobranchiate Cylichnella, die Prosobranchiate Plochelaea, unter den Lamellibranchiaten Neaeromya. Im Anschlusse daran sei die Nuculide Malletia erwähnt, die jetzt noch an der Küste von Chile lebt, aus dem Tertiär aber ausser aus Nordamerika auch aus Italien fossil bekannt ist. Von den Echinoideen seien erwähnt Asterostoma, der mit dem vicentinischen Palaeopneustes eine Gruppe zwischen den Holasteriden und Spatangiden bildet, Echinoneus, Pygaster; Echinometra, Hemipedina. Unter den Anthozoen erwähnen wir Thysanus, Lamellastraea. Unter den höheren Tieren finden wir etwas Ähnliches bei der Sirene Prorastoma, die in Westindien und Italien gefunden wurde. Auch die merkwürdige von Stoll erwähnte Übereinstimmung Zentralamerikas mit Europa in den Dipteren, vielleicht auch in den Acariden[1]) erklärt sich möglicherweise auf demselben Wege. In Europa war das oligozäne Mittelmeer weit ausgebreitet. Besonders in Afrika dringt es noch tief ein, wenn auch nicht so weit als im Eozän, und zwar findet es sich in den gleichen Gegenden wie die miozäne Meeresbucht. Im ganzen war das Mittelmeer damals nicht so streng vom Ozean abgeschlossen wie seit dem Miozän, stand vielmehr mit ihm in breiter Verbindung, so auch durch die Strasse von Bordeaux zwischen dem französischen Zentralplateau und den bereits aufgefalteten Pyrenäen hindurch. Ebenso stand es mit dem mitteleuropäischen Mittelmeere in Verbindung. Südlich von der Wasgenwald- und von der Schwarzwald-Jura-Insel befand sich ebenfalls grösstenteils Meer, das erst den Flysch und dann die untere Meeresmolasse ablagerte. Im Oberoligozän hob sich das Land über den Spiegel des Meeres und die Süsswassermolasse der aquitanischen Stufe gelangte zur Ablagerung, um erst im Miozän wieder überflutet zu werden. Die Sedimente aller dieser Schichten stammten jedenfalls grösstenteils von den nördlichen Inseln. Ebenso stand das spätere pontische Becken in breiter Verbindung mit diesem grossen Mittelmeere. Wir sehen, dass wir die vermutete Verbindung zwischen Europa und Afrika geologisch nicht nachweisen können. Sie braucht ja auch keine feste Landverbindung gewesen zu sein, da der Austausch der Tiere nur ein geringer ist. Es genügt, wenn eine Reihe von Inseln vorhanden waren, die einmal nach der einen und einmal nach der andern Richtung in Verbindung mit den Nachbargebieten gelangten, und zwar hat diese Verbindung jedenfalls ganz am Ende der oligozänen Epoche stattgefunden, als das Mittelmeer überhaupt beträchtlich sich einengte. Solche Inseln nimmt Koken mehrere an, so dass die angenommene Verbindung sehr wohl möglich

[1]) Stoll, Zoog. d. Wirbellosen. S. 19—20. 35.

ist. Dieses grosse Mittelmeer erstreckte sich jedenfalls ununterbrochen weiter nach Osten, Dekhan vom Angarakontinente abtrennend, und bedeckte den jetzt von den Sundainseln eingenommenen Raum, da diese Inseln nach den neuesten Forschungen erst im Miozän sich erhoben haben.

Das mittelmeerische Eozän ist charakterisiert durch die Verbreitung der mächtigen Nummulitenschichten, die aber in Amerika fehlen, dagegen ist hier die Flyschfazies des Eozän vertreten, die von Kalifornien bis zur südamerikanischen Westküste und auf den Westindischen Inseln sich findet. Die Nummulitenkalke finden sich von Marokko durch Nordafrika bis Ägypten, in Spanien, in den Alpen und Karpathen, den Apenninen, in Griechenland, am Balkan, auf der Krim, im Kaukasus, in Kleinasien, Syrien, Arabien, Persien und Indien bis nach China, den Philippinen, Java und Sumatra. Es muss sich also im Eozän ein vollständig ununterbrochener Meeresgürtel von einem Gestade des Grossen Ozeans bis zum andern gezogen haben. Der Flysch ist kaum weniger weit verbreitet. Ausser in den Alpen und in den Karpathen findet er sich in Italien, in dem Gebiete des dinarisch-taurischen Gebirgsbogens, im Kaukasus, auch auf den Andamanen, den Nikobaren und auf Borneo. Das Mittelmeer hat jedenfalls auch eine ziemliche Breitenentwicklung besessen, so dass die Trennung der Nord- und Süderdteile intensiv war, wie niemals später wieder. Nach Norden zu stand dieses Meer mit den mitteleuropäischen Gewässern in Verbindung, doch mögen grosse Inseln diese Verbindung zu einer beschränkten gemacht haben. Jedenfalls sind die Nummuliten nur sehr spärlich hierher gekommen, wo sie im Pariser Becken im unteren, im Londoner Becken im oberen Mitteleozän erscheinen.

Auch in der Kreide besass das Mittelmeer eine beträchtliche äquatoriale Ausdehnung. In der oberen Formation ist diese charakterisiert durch die grossartige Entwicklung der Hippuriten. Diese finden sich bei Copiapo, in Mexiko, Texas, Alabama, Spanien, Südfrankreich, im alpinen Gebiete, in Venetien, Dalmatien, Sizilien, Algerien, Griechenland, Kleinasien, Palästina, Ägypten, Arabien, Persien, Turkestan, Süd-Tibet. Die schon in der unteren Kreide auftretende Gattung Sphaerulites hat auch die mitteleuropäischen Meere erreicht. Das Rudistenmeer muss sich also annähernd innerhalb derselben Grenze erstreckt haben wie das Nummulitenmeer. Aus diesem Grunde sahen wir uns genötigt, die oberkretazeische Verbindung zwischen Nord- und Südamerika, die wir wenigstens zeitweise annehmen mussten, westlich von Zentralamerika anzunehmen. Gaben uns die genannten Fundorte der Rudisten einen Aufschluss über die Ausdehnung des Mittelmeeres, so bezeichnen sie doch auch die Nähe einer Küste, da die gewaltige Schalenentwicklung dieser Tiere uns zwingt, als ihr Lebensgebiet die litorale, vielleicht die Brandungszone des Meeres anzusehen. Infolgedessen sehen wir auch die Hippuritenschichten in Istrien, Krain und Dalmatien von Süsswasser-

schichten unmittelbar überlagert. Gleiches ist im Rhonebecken der Fall. An andern Stellen tritt dafür die Litoralbildung des Flysch ein, so in den Ostalpen und den Karpathen. Wir beobachten also in der obersten Kreide eine Vergrösserung des Landes in Südeuropa, die aber durch eine eozäne Überflutung bald wieder ausgeglichen wurde. Südrussland dagegen blieb dauernd grösstenteils vom Meere bedeckt. Einer besonderen Erwähnung bedarf noch Vorderindien. Wir haben aus biogeographischen Gründen geschlossen, dass dieses Land in der oberen Kreide wenigstens vorübergehend mit dem paläarktischen Gebiete in Verbindung trat, da während dieser Formation Megalosaurus in Indien lebte. Wir müssen dann annehmen, dass diese Verbindung im Norden von Dekhan etwa über das obere Gangesgebiet nach Asien bestanden hat, da wir nur bis hierher die Rudisten kennen. Bei Ponditscherry finden wir eine ganz andere wenn auch nicht absolut verschiedene Fauna entwickelt, nämlich die indopazifische, die ebenso an der Ostküste Südafrikas wie in Japan und an der Küste Kaliforniens sich findet. Es ist dies ein Umstand, der ausserordentlich gut zu unserer Annahme der Landverbindung passt. Diese Isolierung der Rudistenfazies erklärt sich nur dadurch, dass der mittelmeerische Gürtel im Osten und Westen durch die indische und durch die Galapagosbrücke abgegrenzt wurde, während sonst die Rudisten nach den klimatisch ihnen ebenso zusagenden Küsten Kaliforniens und Ostasiens hätten gelangen müssen. Wir haben hierin also einen zweiten wichtigen Beweis für die Annahme einer mittelamerikanischen Landbrücke, die übrigens auch Koken für wahrscheinlich hält[1]), zu dem ersten, den die Gruppierung der Landtiere uns an die Hand gab. Doch wir müssen noch weiter gehen. Diese indopazifische Tierwelt erreicht nicht die Küste Südamerikas, wo vielmehr wie in den früheren Formationen Tierformen sich finden, die an europäische sich anschliessen. Deren Vorhandensein kann seit der unterkretazeischen Trennung der beiden Amerika sich herschreiben, das Fehlen der indopazifischen Tiere dagegen scheint eine trennende Schranke zu fordern. Eine solche haben wir im biogeographischen Teile schon angedeutet, es ist ein Land, dessen Westrand die Hawaii-Inseln bezeichnen, und dessen frühere Existenz besonders die Verteilung der hawaiischen Mollusken, Insekten und Pflanzen einfach erklären würde. Möglicherweise bot dieses der indopazifischen Tierwelt ein unübersteigliches Hindernis. Für eine Verbindung Dekhans mit Asien während der oberen Kreide sprechen auch die vom Trapp bedeckten Süsswasserschichten, deren Mollusken an nordamerikanische sich anschliessen, die nur auf dem Wege über Asien hierher gelangt sein können, das in der oberen Kreide ja nach unserer Annahme mit dem Westen von Nordamerika zusammenhing. Zeitweise mag diese Verbindung zwischen Asien und Indien unter-

[1]) Koken, Vorwelt. S. 444.

brochen worden sein, da indische Formen auch westwärts gelangen konnten. In der unteren Kreide müssen dagegen diese nordsüdlichen Landbrücken ganz gefehlt haben, so dass in dieser Beziehung die obere eine Zeit der Regression ist. Doch fehlen auch nicht cenomane Transgressionen, die sich besonders in der Sahara, in Ägypten, Syrien, Arabien und Westpersien in ausgedehntem Masse beobachten lassen, ganz abgesehen von kleineren Vorkommnissen. Im ganzen war jedenfalls auch in der Mittelmeerregion das Meer in der oberen Kreide beträchtlich weiter ausgedehnt als in der unteren. Im Norden wurde es in Europa während der letzteren von einer grossen mitteleuropäischen Insel begrenzt, während im Westen die Nordatlantis weit südwärts reichte, nach Koken bis nach Südspanien, so dass hier das Mittelmeer auf eine schmale Strasse zusammengedrängt war. Ebenso schmal war es zwischen Indien und Asien, doch musste es hier vorhanden sein, da in der hinterindischen unteren Kreide, wie in der australischen mitteleuropäische Formen sich finden, und ähnlich lagen die Verhältnisse bei Amerika, wo das Vorkommen von mitteleuropäischen Formen in Peru und Chile nur dann sich erklärt, wenn wir eine Trennung beider Amerika annehmen.

Die auffälligen Beziehungen der Tierwelt Chiles und Bolivias zu Mitteleuropa finden wir auch im Malm ausgeprägt, während Guatemala, Peru und Argentinien eine Mittelmeerfauna besitzen. Beides beweist für uns die Trennung beider Amerika für diese Periode. Auch findet sich Kimmeridge in Mexiko. Dagegen haben wir aus biogeographischen Gründen eine Verbindung Afrikas und Indiens mit Eurasien angenommen, allerdings wahrscheinlich sehr vorübergehender Natur. Infolgedessen lässt diese sich geologisch nicht sicher nachweisen. Immerhin ist im Malm Dekhan nur durch eine schmale Meeresstrasse von dem asiatischen Kontinente getrennt, mögen wir diesen in Neumayrs oder in Lapparents Umgrenzung annehmen, und zwischen Afrika und Europa lagen eine Reihe von grossen Inseln, die eine ähnliche Verbindung wie im Oligozän gestatten konnten. Im allgemeinen bildete aber das Mittelmeer einen zusammenhängenden Wassergürtel wie in der unteren Kreide, im Eozän und im Oligozän und zwar sind seine Ablagerungen fast durchaus in der äquatorialen Fazies entwickelt, die sich besonders durch die Ammoniten Phylloceras, Lytoceras, Haploceras und Simoceras charakterisiert. Zeitweise scheint dieser jedoch auch im Gebiete der Ostindischen Inseln unterbrochen worden zu sein, wie wir aus der Fauna und Flora von Australien schlossen. Tatsächlich nimmt Neumayr eine breite Landbrücke zwischen Hinterindien und Australien an und Lapparent lässt wenigstens eine grosse Insel in der Gegend von Borneo und Celebes zwischen dem bis Hinterindien reichenden Angarakontinente und den Südneuguinea noch umfassenden australischen Kontinente vermitteln. Das Richtige ergibt vielleicht eine Vereinigung beider Annahmen, beide stellen zwei verschiedene Phasen

der Verhältnisse des Malm dar. Übrigens ist nach Kokens Ansicht noch während der ganzen Kreidezeit der australische Kontinent nordwärts bis Borneo und Mindanao ausgedehnt.

Im Dogger beobachten wir im Kelloway auch in der Mittelmeerzone die nördliche Transgression, die sich hier über Kleinasien, Armenien, Iran und Hindustan erstreckt, ebenso wie über Südrussland, das demnach vom Kelloway bis zur Aussüssung des alten Pontus vom Meere bedeckt blieb. Die genannten Länder waren also im unteren Dogger Festland, so dass dadurch Afrika wie Indien an beide Nordkontinente angeschlossen wurden. Es wäre demnach auch denkbar, dass die Tierformen, deren Verbreitung uns diese Landverbindung für den Malm annehmen liess, bereits im Dogger sich ausgebreitet hätten. Dagegen spricht für die Trennung beider Amerika der Dogger von Oaxaca in Mexiko. Ebenso war das Gebiet des europäischen Mittelmeeres wie das seiner Grenzländer während des Dogger von tiefem Meere bedeckt und nahm nicht an dem Seichterwerden des mitteleuropäischen Meeres teil. Auch während des Lias war der östliche Teil des mittelmeerischen Gürtels landfest, während er in Mexiko und südlich von Europa in typisch pelagischer Fazies vertreten ist.

Im Keuper finden wir dagegen den mittelmeerischen Gürtel wieder vollständig ausgebildet, vertreten durch die Karnische, Juvavische und Rhätische Stufe. Diese Schichten finden sich im mittelmeerischen Gebiete bez. seiner Nachbarschaft in Kalifornien, Peru, in Mexiko, bei Barcelona, auf den Balearen und auf Sizilien, in Süditalien, dem alpinen Gebiete, Bosnien, Ungarn, Siebenbürgen, der Bukowina, der Dobrudscha, am Marmarameer, in Afghanistan, im Pamirgebiet, dem Himalaya, Innerchina, auf Sumatra und auf Rotti, so dass dadurch die weite Ausdehnung dieses Mittelmeeres und die vollständige Trennung der Nord- und Süderdteile bewiesen wird, gegen die auch biogeographische Gründe nicht sprechen. Diesem pelagischen Gürtel war in Europa seichtes Meer vorgelagert, an dessen Rand die mächtigen Dolomitriffe der Alpen sich erhoben, die bis über 1800 m Mächtigkeit erreichten. Für die Nähe von Land spricht auch das Vorkommen von Landpflanzenabdrücken im Keuper von Kärnten und Niederösterreich.

§ 152. Mittlere Geschichte der Mittelmeere. Perm bis Muschelkalk. Im Muschelkalk schliessen sich die Ablagerungen der Alpen enger an die deutschen an, haben also noch nicht typisch pelagischen Charakter, auch finden sich hier häufiger noch als im Keuper Reste von Landpflanzen. Das alpine Meeresbecken breitete sich nach den Karpathen, Bosnien und Dalmatien aus. Pelagische Reste finden sich weiter im Marmarameere, in der Salt Range und im Himalaya. Dies spricht nicht gegen eine Verbindung zwischen Nord- und Südamerika, auch konnte Afrika im Westen mit Europa in Verbindung stehen, da hier keine pelagischen Schichten sich finden. Ebenso ist eine Ver-

bindung zwischen Indien und den nordischen Ländern möglich, die westlich der Vorkommnisse von Nordindien angenommen werden muss, da letztere mehr an die Vorkommnisse am Grossen Ozeane sich anschliessen als an die eigentlich mediterranen. Zeitweise muss aber das mittelmeerische Becken mit dem pazifischen in Verbindung gestanden haben, da es mit diesem in der Fauna in der Hauptsache übereinstimmt, und zwar fand die Verbindung jedenfalls bei Indien statt.

Im Buntsandstein lagen die Verhältnisse ähnlich. Dieser ist in den Alpen durch Sandstein vertreten, der oben in Kalk übergeht. Die pelagische Fazies findet sich im Marmarameere, bei Astrachan, in der Salt Range und im Himalaya, abgesehen von den pazifischen und arktischen Gestaden, so dass das Mittelmeer damals noch geringere Ausdehnung besessen zu haben scheint als im Muschelkalk. Das vollständige Fehlen dieser Fazies in Mittelamerika wie im Westen von Südeuropa spricht jedenfalls sehr für die von uns angenommenen nordsüdlichen Verbindungen, die Südamerika und Afrika an die Nordkontinente anschlossen.

Die Salt Range und der Himalaya sind auch im oberen Perm, die erste auch im unteren Stätten pelagischer Ablagerungen gewesen. Ebenso findet sich das obere Perm in gleicher Fazies in Armenien, das untere auf Sizilien, sowie in Texas. Diese Tatsachen reichen jedenfalls noch nicht hin, einen zusammenhängenden Mittelmeergürtel anzunehmen, vielmehr ist wahrscheinlich die Verbreitung des Permmeeres eine ähnliche wie in der unteren Trias. Vereinzelt treten aber vermutlich permische Schichten auch auf Celebes und Borneo auf, die direkt an das Karbon sich anschliessen, aber auch Beziehungen zur Zechsteinfauna aufweisen. Im alpinen Gebiete findet der Übergang von der pelagischen Fazies zu der Binnenmeerfazies des mitteleuropäischen Zechsteinmeeres statt. Die Tiere des letzteren herrschen auch hier vor, doch finden sich unter ihnen auch vereinzelte pelagische Ammoniten, wie auch Fusulinen. Auch die Bellerophonkalke repräsentieren einen vom mitteleuropäischen verschiedenen Typus. Im unteren Perm war das Mittelmeer jedenfalls etwas ausgedehnter und es ist nicht ausgeschlossen, dass es damals östlich bis zu den Ostindischen Inseln reichte und auch den Westen des europäischen Mittelmeergebietes erfüllte, wie Credner annimmt [1]).

§ 153. Alte Geschichte der Mittelmeere. Kambrium bis Karbon. Das alpine Gebiet war im Karbon im westlichen Teile Land, da hier das Unterkarbon ganz fehlt und das Oberkarbon in terrestrer Fazies als Verrucano abgelagert ist, der hier auch im untern Perm sich findet. In den Ostalpen dagegen ist durchgängig die marine Fazies als Kulm und Fusulinenkalk entwickelt, doch verrät sich die Nähe des Landes durch eingelagerte Grauwacken, in denen auch Pflanzenabdrücke

[1]) Credner, E. d. G. 10. Aufl. S. 517—518.

nicht vollständig fehlen. In Spanien und Portugal ist der Kulm entwickelt, besonders im Südwesten der Sierra Morena. Dagegen ist in Nordportugal das Karbon terrester entwickelt, in Asturien treten jedoch wieder oberkarbonische Fusulinenkalke auf. In Italien findet Karbon sich nur auf Sardinien und in Toskana und zwar in terrestrer Fazies, so dass hier Land gelegen haben muss. Ebenso findet sich Kohlenkulm im Balkan. Im westlichen Teile von Südeuropa kann also auch im Karbon das Mittelmeer nur wenig entwickelt gewesen sein, jedenfalls lag es ziemlich weit nach Süden gerückt, während es im Norden durch grosse Inseln begrenzt wurde; dafür spricht auch der in der Westsahara gefundene Kohlenkalk. Im Osten erstreckte sich nordwärts ein Arm nach dem russischen Becken, der aber durch die Donetzinsel grösstenteils geschlossen wurde. In Armenien ist der Kohlenkalk ansehnlich entwickelt, dagegen fehlt hier die produktive Steinkohlenformation. Im Sinaigebiete wechselt der Kohlenkalk mit pflanzenführenden Schichten. Von Armenien ziehen sich die Fusulinenkalke nach Persien und von hier jedenfalls durch Innerasien und China nach Japan. Das zentrale Mittelmeer scheint demnach hier sehr nördlich zu verlaufen. Doch fehlt der Kohlenkalk auch im Ostindischen Archipel nicht; besonders ist er in Westsumatra und auf Timor nachgewiesen. Es war daher das Meer hier im Osten jedenfalls sehr breit entwickelt. Unter allen Umständen müssen wir aber in der alten Welt ein zusammenhängendes Mittelmeer annehmen. Dieses setzte sich auch westwärts nach Amerika fort, wo der Kohlenkalk in Texas entwickelt ist und sich hier an die Ablagerungen des nordamerikanischen Westmeeres anschliesst, das jedenfalls einen Teil des Grossen Ozeans darstellte. Ebenso fand das Mittelmeer über das Amazonasgebiet und Peru den Zugang zum Ozeane, so dass wir im Westen ein ähnlich breites Mittelmeer besitzen, als im Osten.

Im Devon fehlen in Mittelamerika Ablagerungen, dagegen sind sie in der altweltlichen Mittelmeerzone nicht selten. Sie finden sich in Spanien in Asturien und Leon, in Portugal in Alemtejo, in Südfrankreich, in Nordafrika zwischen Tripolis und Mursuk, am Bosporus, in Kleinasien, in Persien, Indien und China. In Asien stand das devonische Mittelmeer jedenfalls in breiter Verbindung mit den Nordasien transgredierend bedeckenden Gewässern, wie es auch in Europa eine Bucht weit nordwärts entsendete. Auch im Silur war es hier nordwärts bis zu dem früher erwähnten, Böhmen von Schweden scheidenden Lande ausgedehnt. Böhmen bildet jedenfalls einen Teil desselben. Die gleiche pelagische Fauna wie hier finden wir auch in Marokko, Spanien (Sierra Morena, Toledo, Leon, Pyrenäen), Portugal (Porto, Coimbra), auf Sardinien, in Frankreich. Da die Fauna dieser Schichten sonst auf der Erde nicht verbreitet ist, müssen wir annehmen, dass das Mittelmeer damals ziemlich abgeschlossen war, also etwa wie im Perm und der untern Trias. Der ganze Osten scheint Land gewesen zu sein, so dass Afrika mit dem Westen Asiens in Verbindung stand. Erst im Himalaya

finden wir wieder silurische Schichten. Ebenso fehlt das Silur in Mittelamerika, so dass eine Verbindung zwischen Nord- und Südamerika für die Silurzeit sehr wahrscheinlich ist.

Im Kambrium ist besonders das Auftreten der amerikanischen Foraminifere Archaeocyathus zu erwähnen, die im Mittelkambrium auch in Spanien und auf Sardinien sich finden. Dieser Teil des Mittelmeeres musste daher mit den kanadischen Gewässern in freier Verbindung stehen. Dagegen müssen wir zwischen Sardinien und Böhmen mindestens eine insulare Barre annehmen, da sonst die sardinische Fauna nicht nähere Anklänge an die nordamerikanische als an die böhmische besitzen könnte. Weiter im Osten finden kambrische Schichten sich im Himalaya und in China. Mit voller Sicherheit lässt sich aber der Verlauf des Mittelmeeres in diesen alten Zeiten nicht feststellen, weil damals im allgemeinen eine sehr gleichförmige Fauna existierte, so dass wir nicht aus deren Verbreitung weittragende Schlüsse ziehen können, ja nach Frech war damals der Mittelmeergürtel überhaupt noch nicht vorhanden [1].

§ 154. Urgeschichte der Mittelmeere. Aus dem Algonkium lassen sich aus dem damaligen mittelmeerischen Gebiete nur die böhmischen der Etage B_1 angehörigen Schichten erwähnen, die durch ihre Grauwackenführung auf die Nähe von Land hinweisen. Jedenfalls war aber auch in dieser Formation das Mittelmeer schon entwickelt.

§ 155. Zusammenfassung. In der Geschichte der Mittelmeere tritt besonders der Umstand hervor, dass in jeder Formation der grösste Teil dieses Gürtels von Wasser gebildet wird, und dass höchstens verhältnismässig schmale Brücken die Nord- und Süderdteile miteinander verbinden. Wir stellen im folgenden diese Verbindungen zusammen, wobei N. Nordamerika, E. Europa, einschliesslich Vorderasien, A. den Angarakontinent, S. Südamerika, Ae. Afrika, I. Indien (Dekhan) und Au. Australien bedeutet.

Pliozän — Quartär	S. = N.	Ae. = E.	I. = A.	Au. ‖ A.
Miozän	S. ‖ N.	Ae. ‖ E.	I. = A.	Au. ‖ A.
Oligozän	S. ‖ N.	Ae. — E.	I. ‖ A.	Au. ‖ A.
Eozän	S. ‖ N.	Ae. ‖ E.	I. ‖ A.	Au. ‖ A.
Cenoman — Senon	S. = N.	Ae. ‖ E.	I. = A.	Au. ‖ A.
Neocom — Gault	S. ‖ N.	Ae. ‖ E.	I. ‖ A.	Au. ‖ A.
Malm	S. ‖ N.	Ae. ‖ E.	I. ‖ A.	Au. = A.
Lias — Dogger	S. ‖ N.	Ae. = E.	I. = A.	Au. = A.
Keuper	S. ‖ N.	Ae. ‖ E.	I. ‖ A.	Au. ‖ A.
Zechstein — Muschelkalk	S. = N.	Ae. = E.	I. = A.	Au. ‖ A.
Rotliegendes	S. = N.	Ae. = E.	I. ‖ A.	Au. ‖ A.
Karbon	S. ‖ N.	Ae. ‖ E.	I. ‖ A.	Au. ‖ A.
Devon	S. = N.	Ae. ‖ E.	I. ‖ A.	Au. ‖ A.

[1]) Fr. Frech, Die wichtigsten Ergebnisse der Erdgeschichte. Geographische Zeitschrift 1905. S. 143.

Obersilur	S. ‖ N.	Ae. ‖ E.	I. ‖ A.	Au. ‖ A.
Untersilur	S. = N.	Ae. = E.	I. ‖ A.	Au. ‖ A.
Algonkium — Kambrium?	S. ‖ N.	Ae. ‖ E.	I. ‖ A.	Au. ‖ A.

Sehen wir vom Kambrium ab, so waren von der Gesamtzeit mit Norderdteilen direkt verbunden Südamerika während 59 %, Afrika während 32 %, Indien während 14 %, Australien während 4 % der Gesamtzeit, rechnen wir die beiden ältesten Formationen mit, so erniedrigen sich die Zahlen auf 42 %, 23 %, 10 % bezw. 3 %. Die Verbindung von Afrika und Südamerika mit dem Norden trat also häufiger ein, als die europäisch-asiatische und die transpazifische, doch ist zu beachten, dass die Verbindung meist nur schmal war und jedenfalls auch sehr oft unterbrochen wurde, so im Devon und Silur, so dass in Wirklichkeit die Zahlen bei Südamerika und Afrika sich beträchtlich erniedrigen dürften, da gerade diese Formationen wegen ihrer grossen Mächtigkeit den Ausschlag geben. Betrachten wir die Anzahl der Unterbrechungen des Mittelmeergürtels, so ergeben sich ohne das Kambrium und Algonkium für ununterbrochenen Verlauf des Mittelmeeres 35 %, für eine Unterbrechung 30 %, für zwei Unterbrechungen 22 %, für drei Unterbrechungen 13 %, so dass wir als gewissermassen normalen Zustand eine Unterbrechung ansehen müssen (Durchschnitt 1,4). Mit Einrechnung der alten Formationen erhalten wir 50 %, 21 %, 19 %, 10 %, im Durchschnitt also genau eine Verbindung. Stellen wir die Prozente für die Zeit auf, die seit dem Eozän, Buntsandstein, Karbon, Silur, Algonkium verflossen ist, so lässt sich nicht eine solche fortschreitende Entwicklung beobachten, wie bei den Norderdteilen (S. 427), indem die durchschnittlichen Verbindungen bezw. 1,5; 1,7; 1,3; 1,1 und 0,9 sind. Auch dies spricht dafür, dass der mittelmeerische Gürtel dauernd die gleiche Rolle gespielt hat, dass er also durch eine beständige Ursache bewirkt ein charakteristischer Zug im Antlitz der Erde ist. Während der nördliche Landgürtel immer mehr verwuchs, schwankte das Verhalten des Mittelmeergürtels beständig. Im einzelnen sind die in Betracht kommenden Prozentzahlen:

	ohne Unterbrechung:	eine Unterbrechung:	zwei Unterbrechungen:	drei Unterbrechungen:	Durchschnitt:
seit Eozän	21 %	42 %	0 %	37 %	1,5
seit Buntsandstein	23 „	20 „	14 „	42 „	1,7
seit Karbon	47 „	7 „	18 „	28 „	1,3
seit Silur	35 „	30 „	22 „	13 „	1,1
seit Algonkium	50 „	21 „	19 „	10 „	0,9

Auch im einzelnen sehen wir das Auf- und Abschwanken der Werte. Die Perioden dieses Schwankens treten deutlich hervor, wenn wir die Formationen zusammenfassen, die unmittelbar auf eine Hauptfaltungsperiode folgen, von denen noch die Rede sein soll (§ 188—191). Wir erhalten dann folgende Werte:

	ohne Unterbr.:	eine Unterbr.:	zwei Unterbr.:	drei Unterbr.:	Durchschnitt:
Miozän — Quartär (700 m)	0 %	36 %	0 %	64 %	2,3
Keuper — Oligozän (2800 m)	35 „	21 „	21 „	24 „	1,4
Perm — Muschelkalk (3700 m)	0 „	0 „	41 „	59 „	2,6
Karbon (4500 m)	100 „	0 „	0 „	0 „	0
Devon (6500 m)	0 „	100 „	0 „	0 „	1
Algonkium — Silur (16000 m)	80 „	0 „	20 „	0 „	0,4

Wir sehen in den auf den Gebirgsbildungsprozess folgenden Formationen ist der mittelmeerische Gürtel viel weniger entwickelt als vorher. Betrachten wir beide Gruppen im ganzen, so erhalten wir:

Nach Gebirgsbildung	0 %	62 %	14 %	24 %	1,6
Vor Gebirgsbildung	78 „	2 „	17 „	3 „	0,5.

Diese Zahlenwerte sind zu auffällig, als dass sie ganz dem Zufalle zuzuschreiben sein sollten. Wir werden versuchen, später diese Erscheinung zu erklären (§ 207, 211, 212).

d) Die Südatlantis.

§ **156. Allgemeines.** Wir hatten in der allgemeinen Betrachtung der Nordatlantis gesehen, dass auf der Ostseite des Atlantischen Ozeans eine Reihe von Gebirgen unvermittelt abbrechen. Wir hatten deren Fortsetzung im Norden auf der amerikanischen Seite gefunden, doch blieben uns die Pyrenäen und der Atlas noch übrig zu betrachten. Bei den Pyrenäen können wir auf der amerikanischen Seite kein entsprechendes Gebirgsglied nachweisen, immerhin sprechen sie dafür, dass die Iberische Halbinsel einst beträchtlich weiter nach Westen ausgedehnt war. Dies ist bei einer alttertiären Karte zu berücksichtigen. Das Gebirge endete vielleicht hier frei wie der Sierra-Nevadazug bei den Balearen, es wäre aber auch denkbar, dass der Pyrenäenzug im Westen südwärts umbiegend nach Madeira und den Kanarischen Inseln führte, hier mit dem Atlas zusammenscharend, freilich ist dies nicht sehr wahrscheinlich, da die Pyrenäen ja bereits im Osten an das alpine System sich anschliessen. Eine südliche Umbiegung dagegen scheint mir recht wohl annehmbar zu sein. Betreffs der Frage nach einer Südatlantis ist der Hohe Atlas für uns von grösserer Bedeutung. In der Verlängerung desselben treffen wir auf die Kanarischen Inseln, die, wie wir schon früher erwähnten (S. 305), auch kontinentale Gesteine aufweisen. Die Inseln Fuertaventura, Lanzarote und Teneriffa weisen ausserdem auch die Atlasrichtung auf. Die ersten beiden bilden einen Zug, der einen etwas kleineren Winkel mit dem Meridiane bildet und zu den Kap Verdischen Inseln hinführt. Dagegen geht von Teneriffa ein zweiter Zug über Gomera und Ferro, der nach Amerika weist, und in dessen Verlängerung wir auf die Insel Trinidad stossen, wenn wir an-

nehmen, dass das Gebirge einen ganz flachen nach Norden offenen Bogen bildete, der von der Atlasrichtung in die Richtung der Berge von Trinidad überführt. Denn der Zug Ferro—Teneriffa hat die Richtung 60,5°, die Loxodrome Trinidad—Teneriffa 67°. Auf Trinidad haben wir nun wiederum den Abbruch eines Faltengebirges am Meere, es endet hier ein Teil der venezuelanischen Küstenkordillere. Wie im Norden können wir auch hier vermuten, dass dieser Gebirgszug einen alten Kontinentalrand bezeichnete, der noch in sehr junger Zeit bestanden haben muss. Südlich von diesem Gebirgszuge sehen wir dann wieder zwei alte Massive, die in ihrem Aufbaue sich gegenseitig entsprechen. Gehen wir nun im einzelnen auf die geologische Geschichte der Südatlantis ein, so können wir nach der Biogeographie nur zwei Abschnitte ausser der Urgeschichte unterscheiden, den jüngeren der Trennung beider Kontinente seit dem Oligozän, und den älteren, in dem sie zusammenhingen, soweit sich dies an der Hand der Verbreitung der Lebewesen verfolgen liess.

§ 157. Neuere Geschichte der Südatlantis. Oligozän—Quartär. Aus der diluvialen Geschichte der Südatlantis ist zunächst der Umstand hervorzuheben, dass damals die Sahara klimatisch begünstigter war als jetzt, wofür ausser den grossen Wadis und den Tropfsteinhöhlen besonders die Auffindung eines Blattes einer immergrünen Eiche spricht. Die Sahara hat demnach im Diluvium nicht die Faunenscheide ersten Ranges gespielt wie in der Jetztzeit. Marine diluviale Ablagerungen sind aus Afrika nicht bekannt, dagegen sind den Pampasschichten Argentiniens und Patagoniens marine Schichten wechsellagernd eingeschaltet. Es haben hier also seichte Transgressionen stattgefunden. Geringer noch waren die Übergriffe des pliozänen Meeres. Dagegen war im Miozän ein schmaler Streifen entlang der Westküste Südamerikas von den Fluten des Ozeans bedeckt, dessen Ablagerungen besonders in Chile sich finden. Merkwürdig ist bei diesen Schichten, dass in ihrer Tierwelt verschiedene Arten sich finden, die auch in den gleichaltrigen Ablagerungen Argentiniens und Patagoniens vorkommen. Zwischen beiden Gebieten muss demnach damals ein ungehinderter Verkehr möglich gewesen sein, entweder durch das Vorhandensein eines verbindenden Meeresarmes oder wahrscheinlicher dadurch, dass die Verbindung um das Südende des Kontinentes möglich war, indem damals wie an anderen Punkten der Erde so auch hier ein milderes Klima herrschte. Es ist auch möglich, dass die Kordilleren damals noch nicht so weit südlich als geschlossene Kette reichten und sich früher in Inseln auflösten als jetzt. Ausserdem finden in den chilenischen Miozänschichten sich Mittelmeerarten, die also sehr nachdrücklich dafür sprechen, dass noch im Miozän die Verbindung zwischen dem Mittelmeere und dem Grossen Ozean bestand, die wir auf Grund der Landfauna annehmen mussten. Demnach können wir die Beweisführung Hills nicht als gerechtfertigt ansehen, der aus der Verschiedenheit der Arten auf beiden

Seiten der Landenge von Panama den Schluss zieht, dass diese mindestens seit dem Oligozän bestehe und ebenso lange beide Amerika zusammenhingen [1]). Die Landenge von Panama könnte möglicherweise so alt sein, wenn es auch nicht gerade wahrscheinlich ist, die letzte Verbindung muss aber viel später stattgefunden haben und zwar jedenfalls an der Enge von Tehuantepec. Die Zeit seit dem Beginn des Pliozän dürften wir wohl auch als hinreichend ansehen, um die Verschiedenheit der Arten zu erklären, zumal beide Seiten wenigstens in den Gattungen durchaus übereinstimmen. Die Beziehungen der miozänen Fossilien Chiles zum Mittelmeer sowie die schon erwähnten der miozänen Reste der Antillen zu dem gleichen Gebiete lassen uns vermuten, dass auch noch im Miozän wenigstens eine Reihe Inseln den Verkehr zwischen der alten und der neuen Welt im tropischen bezw. subtropischen Gürtel den litoralen Tieren ermöglichte, und zwar möchte ich die Vermutung aussprechen, dass der Verlauf dieser Inseln durch das oben erwähnte junge Faltengebirge bedingt war, dass diese also von Trinidad nach den Kanarischen Inseln hinüberführten, nicht nach den Kap Verdischen, wie Koken auf seiner paläogeographischen Karte der älteren Tertiärzeit annimmt; haben wir doch zahlreiche Beispiele solcher untergetauchten Faltengebirgsrestinseln, die eine Lücke der Gebirgsbogen ausfüllen. Wir erwähnen nur die Bruchstücke des grossen birmanischen Gebirgsbogens und das dinarisch-taurische System. Wie schon oben angedeutet, fand auch auf der Ostseite des südamerikanischen Kontinentes im Miozän eine Überflutung statt. Es gehören hierher die Entrerios-Schichten, von denen nach Ameghino der Piso patagonico sich zwischen die patagonischen und araukanischen Landablagerungen einschiebt, während die besonders entwickelten Parana-Schichten die St. Cruzformation überlagern, in denen unter anderen Tieren auch zahlreiche Meersäugetiere sich finden, von den Sirenen Ribodon, von den Cetaceen Balaena, Notiocetus, Cetotherium, Ischyrorhynchus, Pontoplanistes, Pontiovaga, Pontistes, Argyrocetus, Diaphorocetus, Physodon und andere. Das Meer muss also in ziemlicher Ausdehnung über die Länder im Südosten des Kontinentes sich ausgebreitet haben.

Auch im Oligozän muss eine geringe Transgression stattgefunden haben, da die St. Cruzschichten auf den marinen subpatagonischen lagern, die ihrerseits auf den terrestrischen eozänen Pehuenche-Schichten sich ausbreiten. Ebenso lagen im Oligozän im Westen die Verhältnisse ähnlich wie im Miozän, das Meer bedeckte den Küstensaum und die Fauna zeigte mediterrane Züge. Im Norden griff das Meer weit im Amazonenstromgebiete aufwärts. Die Verbindung mit Afrika zerriss jedenfalls während dieser Formation. Sie mag von Brasilien nach Guinea hinübergeführt haben, wozu noch die atlantischen Inseln von Trinidad bis zum Atlas kamen, die auch für fliegende Tiere noch eine

---

[1]) Geographical Journal. V. 12. p. 616.

Brücke darstellten. Es lässt sich kein triftiger Grund angeben dafür, dass diese Verbindung im Oligozän nicht mehr existierte, wie Koken annimmt, noch dafür, dass sie bis zum Miozän bestand, wie Neumayr will. Gegen die letztere Vermutung spricht die Tatsache, dass kein Tier der Viverridenschicht Südamerika erreicht hat. Die Verbindung muss sogar im Oligozän schon sehr erschwert gewesen sein wegen der isolierten Stellung der St. Cruzfauna. Andererseits spricht gegen eine frühere dauernde Trennung die früher festgestellte Ähnlichkeit Südamerikas und Afrikas auch in der höheren erst im Tertiär entwickelten Tierwelt. Dazu kommt, dass weder in Ostbrasilien noch an der Westküste von Afrika nördlich des Kongo marine alttertiäre Schichten sich finden.

§ 158. Ältere Geschichte der Südatlantis. Kambrium—Eozän. Die Überflutung der Ebenen Argentiniens und Patagoniens hat jedenfalls bereits im Eozän begonnen. Noch weiter als im Oligozän war das Meer im Amazonasgebiete ausgedehnt, wo es bis an den Huallaga hinaufreichte. Wahrscheinlich dürfen wir annehmen, dass das Meer damals noch weiter reichte als jetzt noch seine Sedimente. Vielleicht können wir seinen Südrand in einer Linie sehen, die die Stromschnellen und Wasserfälle der südlichen Nebenflüsse verbindet. Wir ziehen demnach die Grenzlinie von der Huallagamündung über die Guajará-Fälle des Madeira, den Salto Augusto des Tapajoz, die Cachonira des R. S. Manoel, die Fälle des Xingu und die Cachonira S. Miguel des Araguaya nach der S. Marcos-Bai. Wir können vermuten, dass längs dieser Linie eine grosse Verwerfung stattfand, die bewirkte, dass das Amazonasbecken zum Teil bis in die quartäre Zeit hinein ein Meerbusen blieb, zumal eine zweite nördlichere Verwerfung, Juruá-Katarakte des Xingu — Tauiri grande des Tocantins, in derselben Richtung wirkte. Durch diesen Meeresbusen wurde der brasilische Teil Südamerikas von Guayana geschieden, doch handelte es sich jedenfalls nur um eine verhältnismässig seichte Überflutung. Ebenso müssen wir annehmen, dass östlich der jetzigen Amazonasmündung das Meer damals nur Flachsee war und der Rand des Kontinentalsockels erst durch das mehrfach erwähnte junge Faltengebirge bezeichnet wurde. Die trockene Landverbindung aber müssen wir weiter südlich an derselben Stelle suchen, wie im Oligozän. Es wurde schon im biogeographischen Teil erwähnt, dass wir nach den Forschungen Iherings annehmen müssen, dass auch von Süden her der argentinische Meerbusen tief ins Land eindrang und sich in dessen Innern mit dem Amazonasgolfe vereinigte, so dass ein Molluskenaustausch eintreten konnte. Diese Verbindung müssen wir allerdings sehr früh ansetzen, jedenfalls noch vor die Pehuenche Formation, da während dieser die nordischen Huftiere bereits das argentinische Gebiet erreicht hatten. Dass nach Katzers Ansicht die Annahme einer Amazonasbucht unnötig ist, haben wir schon früher (S. 115) erwähnt. Die von ihm vermutete Gestalt Südamerikas würde

die Ausbreitung der Plazentalier nach Afrika sehr erleichtert haben, doch bedarf sie noch eingehenderer Beweise.

Auch während der oberen Kreideformation bedeckte das Meer das Amazonasgebiet und zwar in noch grösserer Ausdehnung als im Eozän. Wir haben es hier wieder mit der Cenoman-Transgression zu tun, die in der Niederung ein flaches Meeresbecken ausbildete, das erst im Eozän sich weiter vertiefte. Diese Transgression, deren erste Anfänge vielleicht schon in das Neocom fallen, trennte wahrscheinlich die Südatlantis während ihrer grössten Ausdehnung in zwei Teile. Wenigstens findet man marine Kreidereste an den atlantischen Küsten Südamerikas südwärts bis Bahia, wahrscheinlich bis zu den Abrolhas Klippen[1]), also gerade an der Stelle, wo die Hauptverbindung mit Afrika gelegen haben muss, während im Süden in Patagonien ebenfalls eine Überflutung eintrat. Ebenso finden sich auf der anderen Seite des Atlantischen Ozeans in Afrika vereinzelte kretazeische Vorkommnisse südwärts bis zum Kunene, so dass also das Meer mindestens bis 18° S. gereicht haben muss. Südlich dieses Breitengrades ist aber kaum eine Verbindung zwischen beiden Kontinenten anzunehmen. Damit ist natürlich nicht ausgeschlossen, dass stellenweise das Land weiter ostwärts bezw. westwärts ausgedehnt war als jetzt, so in Südbrasilien und in Südafrika, wo marine Reste fehlen. Diese Trennung hat aber jedenfalls nur kurze Zeit gewährt. Während die Südatlantis so zerteilt wurde, hatte ihr westlicher Teil in der oberen Kreide an Ausdehnung gewonnen, jedenfalls infolge der beginnenden Faltung der Kordilleren. Denn hier ist nur die untere Kreide entwickelt und die marinen Schichten schliessen mit dem Gault ab. Nach Koken war aber diese westliche Landmasse durchbrochen, indem das Amazonasmeer mit dem Grossen Ozeane in Verbindung stand. Dafür spricht nach ihm das Vorkommen einiger indischer Tierformen, die auch in Kalifornien sich finden, doch konnten diese auch auf anderem Wege hierher gelangen, zumal verwandte Formen an der Westküste Südamerikas fehlen. Zeitweise mag ja eine solche Unterbrechung vorhanden gewesen sein, doch wahrscheinlich nicht auf längere Zeit, sondern etwa nur auf das Cenoman beschränkt. Während der unteren Kreide scheint mir die Annahme einer transatlantischen Verbindung mit Neumayr notwendig wegen der Ähnlichkeit der Uitenhage-Fauna von Südafrika mit der unterkretazeischen des andinen Gebietes. Allerdings finden sich in Südafrika auch boreale Formen, doch können diese ebensogut von Osten her über Indien nach Südafrika gelangt sein, dafür spricht unter anderen der Umstand, dass der einzige Belemnit der Uitenhage-Schichten eng an vorwiegend russische Formen sich anschliesst[2]). Immerhin mag die Brücke auch damals schon schmal gewesen sein, da im Norden Gault bis zu den Kap Verdischen Inseln,

---

[1]) Suess, A. d. E. I. S. 658.
[2]) Koken, Vorwelt. S. 411.

im Süden bis zu den Eloby-Inseln bei Gabun vorkommt. Es kann also damals die Landbrücke auf der afrikanischen Seite sich auf höchstens 13 Breitengrade erstreckt haben.

Wird das Vorhandensein einer Südatlantis während der Kreidezeit von manchen Forschern angezweifelt, so ist nach Neumayrs Vorgang für den Malm dieser Kontinent allgemeiner anerkannt. Abgesehen von den verwandtschaftlichen Beziehungen der chilenischen Küstenfauna des Jura zu der mittelmeerischen und südafrikanischen spricht für die breite Landverbindung das vollständige Fehlen von marinen Juraablagerungen an den Gestaden des südlichen Atlantischen Ozeans. Selbst der Wealden weist bei Bahia nur Süsswasserablagerungen auf. Die Nordküste der Südatlantis des Malm wird von Neumayr und Lapparent übereinstimmend in der Richtung des Trinidad-Atlaszuges angegeben, dagegen weichen beide in der Bezeichnung der Südküste wesentlich voneinander ab, indem Neumayr sie ungefähr geradlinig vom Kapland um die Falkland-Inseln herum nach Südpatagonien zieht, während Lapparent zwischen denselben Endpunkten eine stark nach Norden gekrümmte Linie zieht, die fast die Breite von Ascension erreicht. Wir werden später zu erörtern haben, aus welchen Gründen wir die Lapparentsche Annahme bevorzugen, rein geologische Erwägungen können uns ja nie über den transozeanischen Verlauf alter Küstenlinien aufklären. Das andine Gebiet war wie in der unteren Kreide so auch im Malm Meeresboden, und zwar stand jedenfalls über ihm Wasser von beträchtlicher Tiefe.

Im Dogger und Lias finden wir im Gebiete der Südatlantis dieselben Verhältnisse wie im Malm. Bemerkenswert sind die Beziehungen der Fauna der südamerikanischen Westküste, indem im Malm in Peru und in Argentinien mediterrane, in Bolivia und Chile mitteleuropäische Fossilien sich finden. Im Dogger treten beide Faunen gemischt auf, während im Lias die Übereinstimmung mit Mitteleuropa vollständig vorherrscht. Wir müssen darnach die alpinen Mollusken als spätere Eindringlinge ansehen, vor denen die mitteleuropäischen Typen sich in die gemässigten Zonen zurückzogen. Auffällig ist der Unterschied Chiles und Argentiniens, der uns zur Annahme einer langgestreckten Insel zwingt, die beide Gebiete voneinander trennte, deren Lage sich aber nicht genau bestimmen lässt.

Während der Trias war das andine Gebiet ebenfalls pelagisch, in Peru findet die alpine Fazies sich entwickelt, wenn auch mit manchen Abweichungen, die durch die zeitweise Isolierung des Mittelmeeres hervorgerufen wurden, als Nord- und Südamerika, Indien und Asien sich verbanden. An den atlantischen Küsten fehlen dagegen im Osten wie im Westen marine Ablagerungen völlig, so dass wir wie im Jura auf Landverbindung zwischen Südamerika und Afrika schliessen müssen, die auch aus biogeographischen Gründen gefordert werden musste (z. B. Mesosauriden). Nach Norden war der Kontinent im Keuper durch

das Mittelmeer begrenzt, während er in der unteren Trias besonders mit Nordamerika in Verbindung stand, wahrscheinlich aber auch mit Europa.

Von Südamerika sind aus dem Perm nur terrestre Ablagerungen mit Landtieren und Landpflanzen aus São Paulo und aus Argentinien bekannt, die sich an die afrikanischen Vorkommnisse anschliessen. Doch kann São Paulo nicht allzuweit von der Küste entfernt gelegen haben, da zwischen die terrestren Schichten marine sich einschieben, allerdings nur in geringer Stärke und mit spärlichen Molluskenresten. Die afrikanischen Reste werden wir erst im nächsten Abschnitt einer Betrachtung unterziehen. Ebenso können wir das Bestehen der Südatlantis für das Karbon annehmen, wenn sie damals auch viel beschränktere Ausdehnung besass. Binnenablagerungen haben sich hier in Rio Grande do Sul gefunden. Auch fehlen im ganzen brasilischen Massiv wie in Westafrika marine karbonische Sedimente. Dagegen findet sich Kohlenkalk in Peru und Bolivia hauptsächlich um den Titicacasee herum, sowie am unteren Tapajoz bei Itaituba. Das zentrale Mittelmeer scheint also im Karbon hier weit nach Süden übergegriffen zu haben. Noch viel grössere Ausdehnung besass in Südamerika das Devonische Meer. Es finden sich devonische Schichten in Bolivia, am Titicacasee, in Matto Grosso, dem Amazonasbecken, in Paraná und Pará. Alle sind litorale Bildungen, so dass wir während des Unter- und Mitteldevon, denen diese Schichten entsprechen, eine Küstenlinie annehmen müssen, die in der Nachbarschaft der genannten Gebiete hinführte. Wir kommen dann zu einem Festlande, das im Norden nach dem früher Gesagten mit Nordamerika zusammenhing, und das in der Hauptsache aus Guayana und dem nördlichen brasilischen Hochland bestand, zwischen die von Südwesten her eine Meeresbucht tief eingriff, wie Lapparent es auf seiner Karte des Mitteldevon darstellt. Dieses Festland scheint südwärts bis in die Gegend der Falkland-Inseln gereicht zu haben, da diese dieselbe Fauna wie die äquatorialen Schichten in ihrem Devon aufweisen, eine Fauna, die auch im Devon Südafrikas sich findet, so dass also bereits im Devon eine Küstenlinie den südatlantischen Ozean durchquert haben muss. Diese Fauna weicht von der gleichaltrigen europäischen ziemlich wesentlich ab, doch stellt die nordamerikanische in gewisser Beziehung einen Übergang dar[1]). Im Oberdevon hat sich jedenfalls im Süden die Küste westwärts verschoben, während von Norden her das Meer sich über Südamerika ausbreitete.

Auch im Silur können wir die Südatlantis bereits als vorhanden annehmen, denn weder an der Küste von Brasilien und Guayana noch an der von Südafrika ist Silur bekannt, in Brasilien wie in Südafrika

1) Koken, Vorwelt. S. 163.

beginnen die paläozoischen Schichten erst mit dem Devon[1]). Dagegen ist marines Silur in Bolivien und Argentinien entwickelt und zwar durch die unteren Schichten. In Argentinien ist auch das Kambrium und zwar in der Olenus-Stufe vertreten, dagegen fehlt es an den Ufern des Atlantischen Ozeans zwischen Südamerika und Afrika, so dass wir selbst für das Kambrium bereits die Existenz der Südatlantis voraussetzen können.

§ **159. Urgeschichte der Südatlantis.** Über das Algonkium der Südatlantis können wir nichts aussagen, da Ablagerung dieser Formation hier noch nicht von den kambrischen bezw. von denen der Urschieferformation haben abgetrennt werden können.

§ **160. Zusammenfassung.** Wir sehen aus dieser Zusammenstellung, dass die Südatlantis ein ausserordentlich hohes Alter besitzt und im ganzen nur sehr wenigen Veränderungen unterworfen worden ist. Nur für das Cenoman und für die Zeit seit dem Oligozän fanden wir uns veranlasst, eine Trennung Südamerikas von Afrika anzunehmen. Dann bekommen wir das Resultat, dass die Südatlantis seit dem Kambrium während 96% der Gesamtzeit existierte, gegen 86% bei der Nordatlantis. Doch müssen wir hierzu eine Bemerkung machen. Transgressionen können sich während längerer Zeit trennend zwischen Afrika und Südamerika geschoben haben, ohne dass eine Verschiedenheit beider Faunen uns davon Kunde gibt, wenn nur das trennende Meer seicht blieb und nicht bis an die jetzigen Küsten heranreichte. Sehen wir von den wechselnden Küstenlinien ab und ziehen dafür die Kontinentalgrenzen in Betracht, so können wir das Bestehen der Nordatlantis für die Zeit vom Algonkium bis zum Oligozän, das der Südatlantis für die Zeit vom Kambrium bis zum Eozän als ziemlich sichergestellt ansehen. Die Zeiten ihrer Dauer verhalten sich demnach wie 5:4. Allerdings ist die Existenz der Südatlantis auch im Algonkium möglich, selbst dann würde sie aber von der Nordatlantis noch um ein weniges übertroffen werden, indem sich dann ihr Alter verhielte wie 100:99. Auf eine Ähnlichkeit mit der Nordatlantis sei hier ausdrücklich hingewiesen. Wie dort so ist auch im Süden während des älteren Paläozoikums das Land meist auf den Osten des amerikanischen Teiles beschränkt, der Grosse Ozean greift weit über seine jetzigen Grenzen hinaus. Erst seit dem Karbon ist er beträchtlich zurückgedrängt. Im Norden wird diese Rückdrängung begleitet von der Auffaltung des appalachischen Gebirgssystems, im Süden ist daran jedenfalls in gleicher Weise die Bildung der alten Sierren der Pampas beteiligt, die ebenfalls in karbonischer Zeit stattfand[2]). Auch sonst zeigen sich noch manche Ähnlichkeiten. Wir erinnern uns z. B. an die cenomane Transgression und endlich an den ungefähr gleichzeitig erfolgenden Einbruch des

---

1) Koken, Vorwelt. S. 106—107.
2) Frech, Geogr. Zeitschrift 1905. S. 139.

Mittelstückes beider Kontinente, durch den die Ausbildung des jetzigen Atlantischen Ozeans vollendet wurde. Diese auffällige Parallele lässt uns auf den Gedanken kommen, dass ihr ein allgemeines Gesetz zugrunde liegen könne, das die Ausbildung des Erdreliefs beherrscht, und das wir in einem späteren Kapitel zu untersuchen gedenken (§ 202 ff.).

e) Das Gondwanaland.

§ **161. Allgemeines.** Wir wenden uns nun den Verbindungen quer über Gewässer des Indischen Ozeans zu, von denen wir in den biogeographischen Erörterungen besonders die Verbindung zwischen Madagaskar und Dekhan erwähnt haben, aber auch an die paläozoische Ausdehnung eines Südkontinentes bis Australien erinnert haben. Demnach haben wir uns jetzt mit allen Randländern des Indischen Ozeans zu beschäftigen, abgesehen von denen, die noch dem mittelmeerischen Gürtel angehören. Dafür werden wir aber gleich an dieser Stelle die Betrachtung des melanesischen und neuseeländischen Gebietes mit anschliessen, einmal wegen der engen und fast ausschliesslichen Beziehungen, die diese Gebiete an Australien knüpfen, und dann, weil das Meer zwischen Australien und Neuseeland dem Relief des Meeresgrundes nach noch dem Indischen Ozeane anzuschliessen ist[1]. Nur in jüngster Zeit ist es wesentlich von anderer Seite beeinflusst worden, und diese Beziehungen sollen deshalb abgesondert im nächsten Abschnitt behandelt werden.

Im eigentlichen Gebiete des alten Gondwanalandes können wir abgebrochene Gebirgszüge, wie sie beim Atlantischen Ozean uns wertvolle Fingerzeige lieferten, nicht nachweisen, wenigstens treten sie nicht so deutlich hervor, doch sind verschiedene Umstände vorhanden, die auf eine einst grössere Ausdehnung des Landes im Osten von Afrika hinweisen. Zunächst ist beim afrikanischen Festlande Südafrika zu erwähnen. Hier brechen von Durban bis zum Umtata in Natal und dem Pondolande die annähernd meridional streichenden karbonischen Tafelbergschichten und permischen Dwykakonglomerate ab, um weiter südlich am Grossen Fischfluss bis zur Algoar-Bai in äquatorialer Richtung wieder aufzutauchen. Die ebenfalls äquatorial streichenden Namaquaschichten brechen noch weiter südlich ab, ohne im Norden wieder aufzutreten. Das Ganze macht den Eindruck, als sei hier ein beträchtliches Stück Land in die Tiefe gesunken entlang einer Spalte, die von der Sta. Lucia-Bai sich südlich bis zur Francisbai, wahrscheinlich sogar bis zum Nadelkap verfolgen lässt. In dessen Nachbarschaft spricht ja die Agulhasbank ausserdem für eine grössere südliche Erstreckung von Afrika. Noch wichtigere Aufschlüsse geben uns die Tiefenverhältnisse des Meeres zwischen Madagaskar und Dekhan. Die Gebiete mit weniger als 4000 m Tiefe (vgl. Karte 4 S. 137), nehmen fast den ganzen Zwischen-

---

[1]) Arldt, Geogr. Anzeiger. 1905. S. 220.

raum zwischen beiden Ländern ein und nur in schmalen Strassen zwischen denselben sinkt der Grund bis unter 4000 m ab. Die breiteste dieser Strassen südwestlich der Tschagosinseln erreicht nur reichlich die halbe Breite der Strasse von Mozambique an ihrer schmalsten Stelle. Für die Verbindung kommen fünf solcher Gebiete in Betracht, die grösstenteils unter 2000 m Tiefe besitzen und die alle in Inseln gipfeln. Das bedeutendste umschliesst die Amiranten, die Seychellen, die Galega-Insel, die Saya de Malha-Bank, die Nazareth-Bank und Garayos und hat eine Ausdehnung von fast 2'000000 km^2, davon etwa 900000 km^2 über 2000 m. Von ihm führt das Tschagosgebiet zu den Malediven hinüber, die wie die Lakkadiven mit Indien durch weniger als 4000 m tiefes Meer verbunden sind. Südlich von dem Hauptgebiete liegen zwei kleinere, von denen das westliche Réunion und Mauritius umfasst, während das östliche in Diego Rodriguez gipfelt. Das kleinste Gebiet endlich trägt die Tromelin-Insel zwischen Garayos und Madagaskar. Natürlich würden diese Tiefenverhältnisse allein noch keinen Schluss auf eine alte Landverbindung gestatten, wenn nicht noch biogeographische und geologische Gründe hinzukämen. In der Entwicklungsgeschichte des Gondwanalandes können wir nach dem früher Erörterten ausser der Urgeschichte wie bei der Südatlantis zwei Hauptperioden unterscheiden, die der Trennung seit dem Eozän und die der Zusammenhänge in der Kreide und früher.

§ 162. Neuere Geschichte des Gondwanalandes. Eozän bis Quartär. Aus dem Diluvium haben wir betreffs des Gondwanalandes keine wesentliche Tatsache zu konstatieren, die auf eine grössere Abweichung von der jetzigen Gestalt der Küsten schliessen liesse. Auch über das Tertiär lässt sich nur wenig sagen. Wir können vermuten, dass im Verlaufe seiner Perioden die Inseln zwischen Madagaskar und Indien immer kleiner wurden, so dass sie im Eozän vielleicht etwa dem Verlaufe der 4000 m-Isobathe entsprachen, doch lassen sich infolge der positiven Strandverschiebung auf geologischem Wege keine genauen Daten ermitteln. In Südarabien und auf der Somalihalbinsel dagegen hat seit dem Eozän eine negative Strandverschiebung stattgefunden, da in den genannten Ländern marine alttertiäre Ablagerungen sich finden. Das gleiche gilt vom Südwesten von Madagaskar. Die letzte Verbindung zwischen dieser Insel und dem Festlande kann daher nur im Norden in der Gegend der Komoren gelegen haben und kann nur verhältnismässig schmal gewesen sein, da wir die Komoren schon nicht mehr als Reste der Brücke ansehen konnten, was die Tatsache um so leichter erklärlich macht, dass nur ein Teil der Tiere der Hyracoidenschicht Madagaskar erreichen konnte. Ebenso bedeckte das eozäne Meer die Niederungen an der Australbucht und ebenso Teile von Neuseeland. Im übrigen sind wir in Melanesien mehr auf die Biogeographie als auf die Geologie angewiesen, wollen wir die alten Verbindungen rekonstruieren. Jedenfalls fehlen aber tertiäre Ablagerungen an der austra-

lischen Ostküste und so kann dieser Kontinent im Tertiär beträchtlich weiter nach Osten ausgedehnt gewesen sein als jetzt.

§ 163. Ältere Geschichte des Gondwanalandes. Kambrium bis Kreide. Während wir für das Tertiär das Bestehen der afrikanisch-indischen Landbrücke über Madagaskar aus biogeographischen Gründen nicht annehmen konnten, haben wir es für die Kreidezeit vermutet, für welche auch Koken sie in seinen paläogeographischen Karten aufgenommen hat. Für das Vorhandensein eines solchen Landes sprechen besonders die Unterschiede in den Faunen, die in Westmadagaskar und in dessen Süden gefunden worden sind. In der oberen Kreide leben in dem ersteren Formen, wie wir sie besonders im Saharameere, aber auch in Nordwestindien finden. Dagegen lebten im Süden der Insel sowie an der Ostküste von Südafrika Tiere, die sich an die indischen anschlossen. Wir finden also auf der einen Seite die mittelmeerische, auf der anderen die indisch-pazifische Fauna vertreten und das in sehr geringem Abstande voneinander. Dies erklärt sich nur durch die Annahme eines trennenden Landes. Die Brücke zwischen Madagaskar und Südafrika muss aber bereits in der oberen Kreide südlicher gelegen haben, da die mittelmeerische Fauna noch im Gebiete der tertiären Brücke vorkommt. Ähnlich ist der Unterschied während der unteren Kreide. Im Westen Madagaskars findet sich die mediterrane Fauna, während im Osten und Süden die südafrikanische Fazies ausgebildet ist, die wir in den Uitenhageschichten typisch vertreten finden. In Australien sind während der Kreide weite Gebiete transgredierend vom Meere überschritten, wenigstens nach Kokens Angabe, doch kann das Meer nur seicht gewesen sein, da unmittelbar vorher und nachher der Kontinent nach Osten hin beträchtliche Ausdehnung besitzt. Auch haben wir keine Sicherheit darüber, ob die melanesische Inselwelt damals ganz vom Meere überspült wurde. Nicht wahrscheinlich scheint mir dies bei Neukaledonien, auf dem die Kreideformation durch Sandsteine mit Kohleneinschlüssen vertreten ist[1]. Dagegen mag die Tasmansee Ostaustralien überflutend damals diese melanesischen Gebiete von dem Festlande getrennt haben. Jedenfalls ist besonders in Queensland die Formation nachgewiesen worden, die in ihrer Fauna den mitteleuropäischen Typus zeigt. Da die Schichten dem europäischen Flysch ähnlich sind, sind es jedenfalls litorale Gebilde. In Neuguinea und auf Neuseeland zeigen die Schichten dagegen für die untere Kreide nordische, für die obere mittelmeerische Fauna. Das spricht ebenfalls für ein Landgebiet, das beide Regionen wenigstens teilweise schied. Die Transgression des Cenoman tritt im Gebiete des Gondwanalandes sehr zurück. Nachgewiesen ist sie in Natal und in Südindien, wo wahrscheinlich Ceylon damals isoliert war. Dagegen greift südlich von Afrika das

---

[1] Sievers-Kükenthal, Australien, Ozeanien und Polarländer. 2. Aufl. 1902. S. 327.

Land in der oberen Kreide weiter südwärts, indem hier nur die untere Kreide zur Ausbildung gelangt ist.

Während der Jurazeit war wenigstens im Westen die Verteilung von Land und Meer fast die gleiche wie in der Kreide. Der ganze Jura ist in Westmadagaskar abermals in mittelmeerischer Fazies entwickelt, und dasselbe äthiopische Mittelmeer griff über die Somalihalbinsel bis Abessynien vor, dieselbe Fauna wie hier findet sich aber auch an der Indusmündung. Dagegen finden wir von dieser Fauna östlich und südlich von Madagaskar keine Reste. Wenden wir uns Australien zu, so ist hier besonders im Südwesten, aber auch an Teilen der Ostküste der mittlere Jura zu finden und zwar mit Formen, die an Mitteleuropa erinnern. Auf Neuseeland finden sich sogar boreale Formen, die wie die unterkretazeischen aus dem arktischen Becken an der Küste des Angarakontinentes entlang südwärts sich verbreitet haben müssen. Auch im Jura müssen also beide Schichten in getrennten Meeren zur Ablagerung gelangt sein, wie dies auch nach Neumayrs wie Lapparents Ansicht der Fall ist. Dass dieser australische Kontinent jedenfalls wenigstens zeitweise über Hinterindien mit dem Angaralande und mit Vorderindien in Verbindung gestanden hat, wurde schon bei der Betrachtung der mittelmeerischen Zone erwähnt.

Die Trias ist auf Neuseeland und Neukaledonien in der pazifisch-arktischen Fazies entwickelt, und da die gleichen Schichten auch auf Timor, im Himalaya und an anderen asiatischen Orten sich finden, so können wir annehmen, dass Australien nur bis zu den genannten Inseln ostwärts sich erstreckte. Dagegen hing es nach Ansicht von Neumayr und Lapparent nach Westen hin wahrscheinlich mit Vorderindien und Afrika zusammen. Die Verbindung lag aber südlich des mittelmeerischen Gürtels und Australien konnte nur über Vorderindien in der unteren Trias nordische Tiere erhalten. Bei einer derartigen Verteilung des Landes ist es wahrscheinlich, dass die Monotremen schon in der Trias Australien erreichten und seit dessen Isolierung sich hier spezialisierten. Der Indische Ozean existierte also in der Trias überhaupt nicht, war vielmehr von einer zusammenhängenden Landmasse angefüllt, dem eigentlichen Gondwanalande.

Kaum weniger ausgedehnt war der indische Kontinent im Perm, doch griff vermutlich das Meer im Süden beträchtlich auf ihn über [1]), dagegen verlief im Osten die Grenze wie in der Trias südlich der Sundainseln. In Neu-Süd-Wales hat im oberen Perm eine Transgression stattgefunden, die zwischen die glazialen Schichten und die oberen kohleführenden Schichten eine Ablagerung mit Produktus und Spirifer eingeschoben hat. Gleiche marine Schichten finden sich hier auch im Anfange des Perm. In derselben Weise ist Nordindien im obersten

---

[1]) Frech, Geograph. Zeitschrift. 1905. S. 144.

Perm im Westen transgrediert worden, dagegen finden sich in Südafrika, auf dem Dekhan und auch in Victoria ausschliesslich terrestre Ablagerungen. Karbonische Ablagerungen meist terrestrer Natur finden sich ebenfalls in Australien und in Südafrika, während in Vorderindien die Talchirkonglomerate direkt auf dem Kambrium liegen. Die australischen und südafrikanischen Schichten gehören dem Kulm an, so dass wir möglicherweise die australischen Greta-Kohlenschichten und erst recht die unteren Productusschichten noch als Repräsentanten des Oberkarbon ansehen müssen. Jedenfalls war aber auch im Karbon das Gondwanaland mindestens so ausgedehnt als im Perm, wie wir das auch aus der Verbreitung der alten Tierwelt schliessen mussten. Australien musste weiter nach Ost reichen als jetzt, da die karbonischen Schichten unvermittelt an der Küste von Neu-Süd-Wales abbrechen. Das Devon ist in Südafrika marin vertreten und wir erwähnten schon, dass diese Schichten in ihrer Fauna an die südamerikanischen sich anschliessen. Im indischen Gebiete scheint das devonische Gondwanaland ebenso ausgedehnt gewesen zu sein, wie vom Karbon bis zur Trias, dagegen reichte es noch nicht so weit nach Osten. Melanesien und das Kordillerengebiet Australiens waren vom Meere bedeckt. Auch im Silur finden wir hier marine Schichten, so auf Neuseeland und auf Tasmanien, wie in Victoria, Neu-Süd-Wales und Queensland. Dagegen fehlen silurische Ablagerungen sowohl in Afrika wie auf der vorderindischen Halbinsel. Während des Kambriums griff nach Frech das südliche Meer weit nördlich und traf beim Pandschab auf das Mittelmeer, das Gondwanaland in zwei Kontinente zerlegend, in Afrika und Indien-Australien, die erst im oberen Kambrium sich vereinigten. Sonst können wir über die alte Geschichte des Gondwanalandes nicht viel weiteres sagen.

§ 164. Zusammenfassung. Die Geschichte des Gondwanalandes ist demnach eine ziemlich einfache. Am Anfange des Paläozoikums treten uns zwei getrennte Kontinente entgegen, die im Silur verwachsen und bis zur Trias vereint bleiben, also während einer sehr langen Periode, nämlich 78% der Gesamtzeit, also eine ähnliche Zeit wie die Nordatlantis, nur dass bei dieser häufigere Unterbrechungen stattfanden. Der Zusammenhang Südafrikas mit Indien bestand noch bis zur Kreide, 85% der Zeit seit dem Kambrium. Der Indische Ozean ist in seinem östlichen Teile beträchtlich älter als der Atlantische und auch sein westliches Becken hat sich noch früher ausgebildet, als der Graben zwischen Amerika und Europa-Afrika. Infolgedessen sind auch die Tiefen im Indischen Ozeane viel gleichmässiger verteilt als im Atlantischen.

Der australische Teil des Gondwanalandes scheint vom Karbon bis zum Beginne der Tertiärzeit eine beträchtliche Ausdehnung nach Osten besessen zu haben, etwa bis an die Grenzen des inneren Inselgürtels: Melanesien einschliesslich der Fidschi-Inseln, Tonga-Inseln, Neuseeland. Freilich wurden diese Gebiete wiederholt überflutet. Da-

gegen scheint zwischen Neuseeland und Tasmanien das Meer schon sehr früh eingedrungen zu sein, dauernd seit dem Jura, wahrscheinlich aber auch schon vorher wenigstens zeitweise.

f) Ozeanien.

§ 165. Wenn wir uns nun der südlichen transpazifischen Verbindung zuwenden, so müssen wir ganz auf historisch-geologische Grundlagen verzichten, da die ozeanischen Inseln keine fossilführenden Schichten enthalten, die uns weiteren Aufschluss geben könnten. Wir haben oben bereits bemerkt, dass die Verbreitung der oberkretazeischen Tiere nicht gegen eine Verbindung Hawaiis mit der zentralamerikanischen Landbrücke spricht. Wenn wir von dieser Tatsache absehen, so sind wir ausser auf die Verbreitung der Tiere vorwiegend auf die Tiefenverhältnisse, auf den Verlauf der Inseln und auf die alten Gesteine, meist plutonischer Natur, angewiesen, die den ursprünglich kontinentalen Charakter ihrer Fundorte beweisen.

§ 166. Alte Gesteine. Alte Gesteine sind in der Hauptsache auf den inneren Inselgürtel beschränkt. Zunächst bilden sie die Hauptmasse der Hauptinseln Neuguinea und Neuseeland. Auf den Louisiade-Inseln sind Duba und Tagula zu nennen, sowie die Calvados-Klippen, die aus Schiefer bestehen. Auch Duau in den d'Entrecastreaux-Inseln ist aus Glimmerschiefer aufgebaut. Neupommern enthält jedenfalls auch einen alten Gesteinskern. Auf Neumecklenburg finden sich Granit, Diabas, Porphyr, Sandstein, Tonschiefer und kristalliner Kalk neben jungvulkanischen Produkten. In der Gruppe der Salomonen sind archäische Gesteine wie Diorit, Gabbro, Serpentin, Diabas und Melaphyr nachgewiesen auf Guadalcanar, Malaita und auf der St. Georgs-Insel. Gneis findet sich auf Vanua-Levu (Banks-Inseln). Sehr verschiedene Gesteine weisen die Neuen Hebriden auf. Auf Merena und Mallikolo finden sich ausser Gneis mit eingelagerten Bänken von kristallinem Kalk Amphibolit, Syenit, Melaphyr, Porphyr, Diabasporphyrit und Uralitporphyr. Neukaledonien ist grösstenteils aus alten Gesteinen aufgebaut, so aus Gneis, Glimmerschiefer, Chlorit, Amphibolitschiefer, Quarzit, Talkschiefer, Sericit, Phyllit, kristallinem Kalk, Serpentin, Gabbro, Diallag, Melaphyr, Porphyr, sowie aus triasischen, jurassischen und kretazeischen Schichten, die aus Schiefern, Sandsteinen, Kalkmergeln, Gipsen und Kalken sich zusammensetzen. Auf den Fidschi-Inseln verraten Granit, Diorit, Quarzporphyr und Sandstein den kontinentalen Ursprung der Gruppe. Dazu kommen die Graphitlager und das Goldvorkommen auf Viti Levu und die Kupferlager von Rambe. In der Gruppe von Neuseeland bestehen die Manawatawi-Inseln aus paläozoischen Schiefern, auf den Auckland-Inseln finden sich Granit und Sandstein, die Macquarie-Inseln sind aus Grünstein aufgebaut, auf der Campbell-Insel sind blaue vielleicht triasische Schiefer vorhanden und die Bounty-Insel ist granitisch. Die ge-

nannten Gesteine sind wie wir sehen meist plutonische und altvulkanische, doch fehlen auch nicht die metamorphosierten kristallinen Schiefer sowie klastische Gesteine, und zwar nicht nur auf den grösseren Inseln. Ausserhalb des melanesisch-neuseeländischen Gebietes sind alte Gesteine nur äusserst selten zu finden, so dass hier nicht aus ihrem Vorkommen auf eine einst weitere Ausdehnung des Festlandes geschlossen werden kann. Das erste der äusseren Vorkommnisse schliesst sich noch direkt an das melanesische Gebiet an. Auf den Palau-Inseln, besonders auf Baobeltaob finden sich neben Andesit auch Hornblendegranit und Diorit. Ferner besitzt auf der Karolineninsel Yap ein grüngrauer Schiefer weite Verbreitung und auf Map findet sich Quarzit. Es scheint also hier das Land sich ziemlich weit nordwärts erstreckt zu haben. Ausser an den genannten Stellen finden sich noch alte Gesteine auf den Marquesas-Inseln, wenn auch nur in beschränktem Masse[1]). Dieses beschränkte Vorkommen ist trotzdem von ausserordentlicher Bedeutung, da die Inselgruppe über 4300 km östlich vom nächsten Vorkommnis alter Gesteine gelegen ist. Es gibt uns Kunde davon, dass auch hier fern im Osten einst ein ausgedehnteres Land gelegen haben muss. Es unterstützen diese Funde die Ansicht, dass auch die meisten anderen ozeanischen Inseln, besonders die korallinen, ein altes Felsengerüst besitzen, und dass nicht alle auf jungvulkanischer Grundlage aufgebaut sind. Im letzteren Falle müsste ja der westliche Teil des mittleren pazifischen Ozeans das grösste Vulkangebiet der Erde sein, was anzunehmen wir übrigens gar keine Ursache haben. Vielleicht können in späterer Zeit Bohrungen uns Aufschluss über den Bau einzelner dieser Koralleninseln geben, die Bohrung auf Funafuti (Ellice-Inseln) hat ja das Grundgerüst der Insel trotz ihrer 334,35 m Tiefe noch nicht erreicht.

§ **167. Tiefenverhältnisse.** Wir haben gesehen, dass das melanesisch-neuseeländische Gebiet nach seinem petrographischen Aufbau als kontinentales sich kennzeichnet. Nach seinen Tiefenverhältnissen schliesst es sich besonders an das ostindische Inselgebiet an. Wie hier finden wir auch in Melanesien räumlich beschränkte Einsturzbecken. Eines derselben, das allerdings nur als Randbecken aufgefasst werden kann, lernten wir bereits in der Tasmansee kennen, die zwischen Neuseeland, der Lord Howe-Insel und Australien sich hereinzieht und bis zu 5943 m tief ist. Ein zweites sehr ausgedehntes Becken, das Fidschi-Becken Supans, liegt zwischen Neukaledonien, den Neuen Hebriden, den Fidschi-Inseln, Kermadek-Inseln, Neuseeland und der Norfolk-Insel; es scheint wie die Tasmansee schon ein ziemlich beträchtliches Alter zu haben und erreicht Tiefen von 4407 m. Durch das tiefe Meer zwischen den Loyalty-Inseln und den Neuen Hebriden steht das Fidschibecken mit dem Korallenmeere in Verbindung, das in zwei tiefen Einsenkungen 4480 bezw. 4250 m Tiefe erreicht. Die drei Becken geben sich auch

1) Sievers, Australien. S. 346.

dadurch als Einbruchsgebiete zu erkennen, dass sie von jungvulkanischen Gebieten umrandet sind. Bei der Tasmansee sind zu erwähnen die Basalte Tasmaniens und in Neu-Süd-Wales, die Lord Howe-Insel, die Vulkane Südneuseelands, die Auckland-Inseln, beim Fidschibecken Nordneuseeland, die Kermadek-Inseln, Fidschi-Inseln, Neuen Hebriden, bei dem Korallenmeere, die Basalte von Queensland, die Neuen Hebriden, St. Cruzinseln, Salomonen, Neupommern, die jungen Eruptivgesteine der d'Entrecasteaux-Inseln. Ausserdem zeigen die genannten Gebiete noch jetzt meist Senkungserscheinungen an ihren Rändern, nur wenige Grenzländer wie die Salomonen und die Neuen Hebriden zeigen Hebungserscheinungen [1]), doch ist auch bei den ersteren eine frühere Senkung anzunehmen, auf die besonders die Bank zwischen Bougainville und Choiseul hinweist. Sehen wir von diesen Einsenkungen ab, die uns an die Mittelmeerzone erinnern, der ja auch wenigstens das Korallenmeer noch angehört, so liegen die Inseln des inneren Gürtels alle innerhalb derselben 4000 m-Isobathe, die Australien im Osten umschliesst, an einer einzigen Stelle; zwischen den Salomonen und den St. Cruz-Inseln ist deren glatter Verlauf auf etwa 150 km unterbrochen, indem hier das Hebridenbecken mit dem offenen Ozeane in Verbindung steht. Dieses Australien vorgelagerte Plateau stürzt nach Südosten hin ausserordentlich steil zu Tiefen von mehr als 5000 m ab, besonders zwischen Neuseeland und den Tongainseln gegen den Kermadek- und den Tongagraben bis zu Tiefen von 9427 m bezw. 8709 m. Nach Nordosten dagegen senkt es sich allmählich bis zur 5000 m-Linie, die auch noch die Karolinen, die Marshall-, Gilbert-, Ellice-, Samoa- und den westlichen Teil der Tokelau-Inseln einschliesst. Auf der anderen Seite Ozeaniens liegen die Paumotu-Inseln ebenfalls auf einem Plateau innerhalb der 4000 m-Linie, und dieses reicht bis zum Festlande von Südamerika, wo nur lokal die tiefen Gräben von Peru und Chile darin eingesenkt liegen. Diesem grossen Plateau unmittelbar angelagert sind kleinere, die die Tahiti- bezw. die Marquesas-Inseln tragen, und das hier von der 5000 m-Linie umschlossene Gebiet nähert sich der 5000 m-Linie bei den Samoa-Inseln auf etwa 150 km, während der Abstand der 4000 m-Isobathen zwischen den Tahiti- und den Samoa-Inseln 1300 km beträgt. Vom Standpunkte der Tiefenverteilung aus können wir also kaum von einer absoluten Unmöglichkeit der Landverbindung zwischen Australien und Südamerika reden. Wir müssen ja bedenken, dass diese Verbindung nach unserer Annahme spätestens im Oligozän, wahrscheinlich aber bereits im Eozän gelöst wurde. Seit dieser Zeit müssten in der Hauptsache Senkungen bis zu 4000 m eingetreten sein, für die nur lokal ein etwas grösserer Betrag anzusetzen sein würde. Den Tongagraben müssen wir an sich schon für eine ziemlich junge Bildung ansehen, da er die melanesischen Ketten quer durchschneidet, die sich östlich von ihm in den Niuë-Inseln und verschiedenen Riffen und Bänken fortsetzen.

[1]) Darwin, Coral Reefs 2. Ed. London. 1874. p. 176. 177. 218.

Dagegen scheint das innerpolynesische Meer zwischen den Hawaii-Inseln einerseits, dem Inselzuge von den Ratak-Inseln bis zu den Samoa-Inseln andererseits schon ein höheres Alter zu besitzen, da tätige Vulkane in seiner Umrandung ziemlich selten sind, infolgedessen scheint nach der Verteilung der Tiefen Ozeanien westlich von 193° O. mit Australien in Verbindung gestanden zu haben, während die Inseln östlich davon eher an Amerika sich anschliessen, wenn sie auch von diesem jetzt durch inselarmes Meer getrennt sind. Die beiden Teile standen nur durch eine verhältnismässig schmale Brücke in Verbindung, die in der Hauptsache zwischen 15° S. und 20° S. gelegen haben mag (s. Karte 2, S. 65).

Eine besondere Stellung nehmen unter den polynesischen Inseln die Hawaii-Inseln ein, die durch mehr als 5000 m tiefes Meer sowohl von der ostozeanischen wie von der westozeanischen Gruppe abgetrennt sind und deren Zug nicht einmal auf dem gleichen über 4000 m ansteigenden Sockel liegt. Auch nach den anderen Richtungen hin umgibt die Inseln tiefes Meer, so dass wir bei ihnen aus den Tiefenverhältnissen des Meeres keine Schlüsse auf alte Landverbindungen ziehen können. Ebenso sind die Marianen durch grosse Meerestiefen, die hier sogar 9000 m überschreiten, vom übrigen Ozeanien getrennt, doch kann dieser Karolinengraben ebenfalls eine junge Senkung sein. Jetzt schliesst sich aber die Inselgruppe jedenfalls am engsten an Asien an, indem es von derselben 4000 m-Isobathe umschlossen wird, wie die ostasiatischen Inseln, zu denen sie auch sonst Beziehungen aufweist.

§ 168. **Inselrichtungen.** Sehr interessant ist eine eingehende Betrachtung der Inselrichtungen des ozeanischen Gebietes, deren hochgradigen Parallelismus besonders Dana hervorgehoben hat[1]) und die Verfasser in einer früheren Veröffentlichung einer genauen Untersuchung unterzogen hat[2]). Die im folgenden gegebenen Zahlenwerte sind aus der letzteren entnommen. Man kann in der ozeanischen Inselwelt eine Reihe von Zügen unterscheiden, die sich in einzelne Gruppen zusammenfassen lassen. Die erste wird durch die Hawaii-Inseln gebildet. Diese bestehen aus einer Reihe von Zügen, die staffelförmig angeordnet sind und von Hawaii bis zur Ozean-Insel führen, und in deren Richtung die isolierte Ganges-Insel liegt. Diese Gruppe bildet einen sehr flach nordwärts gewölbten Bogen. Die mittlere Richtung dieser Gruppe ist im Osten 105° (Wz N), während die Loxodrome von der Ozean-Insel nach der Ganges-Insel die Richtung 104° besitzt. Die Hawaii-Inseln nehmen auch ihrer Richtung nach eine isolierte Stellung ein und weichen darin vollständig von den ihnen benachbarten Inselzügen ab, infolgedessen erscheint es fraglich, ob wir es hier mit einem Faltenzuge zu tun haben oder nicht vielmehr mit einer grossen Spalte, die am Rande eines Senkungs-

---

1) Dana, Manual of Geology. 4. Ed. 1895. p. 35—39.

2) Arldt, Der Parallelismus der Inselketten Ozeaniens. Zeitschr. d. Ver. f. Erdkunde. Berlin 1906. S. 323—346, 385—404 mit Karte.

feldes sich gebildet hat. Als solches müsste nach der Form des Inselbogens und nach den Tiefenverhältnissen der Meeresteil südlich der Hawaii-Inseln in Betracht kommen. Da nach Dana[1]) der Vulkanismus auf den Hawaii-Inseln von West nach Ost fortgeschritten ist, auf Kauai beginnend, aber auch zuerst erlöschend, so muss diese Senkung ebenfalls von West nach Ost vorgeschritten sein. Dazu kommt aber noch die Senkung der hypothetischen Landverbindung nach Amerika hinüber. Diese mag bewirkt haben, dass im Osten von Hawaii der Vulkanismus in besonders grossartigem Massstabe sich entfaltet hat.

Eine zweite grössere Gruppe bilden die Inseln von Ostpolynesien. In den an Hawaii sich unmittelbar anschliessenden Ketten herrschen Richtungen vor, die zwischen 130° und 140° schwanken. So haben die Fanning-Inseln 131°, die Manahiki-Inseln 130,5°, die Phönix-Inseln 134° mittlere Richtung. Die Verbindungslinie der Hawaii benachbartsten Inseln, der Johnston-Insel und des Krusensternfelsen, besitzt ebenfalls 131,5° Richtung. Diese Züge schliessen sich ihrer Richtung nach an mikronesische Ketten an, denen sie benachbart sind. Auch die Marquesas-Inseln zeigen einen ähnlichen Winkel, indem sie 144° mittlere Richtung haben. Diese Züge biegen im Westen um, wenigstens wird dies durch eine Reihe von einzelnen Inseln und Klippen, sowie von geringeren Tiefen angedeutet. So finden wir westlich des Krusensternfelsens mitten in tiefem Meere Tiefen von 2026 m, 2560 m, 3734 m, 1681 m und schliesslich die Marcus-Insel, westlich vom Schjetmanriff die Tiefe 3647, die Wake-Insel, die Los Jardines-Inseln. Am auffälligsten ist aber der Parallelismus im Südosten von Polynesien bei den bisher noch nicht genannten Inseln, die östlich von 187° O. gelegen sind. Als mittlere Richtung dieses Gebietes wurden 117,5° berechnet. Wie weitgehend der Parallelismus ist, zeigt die nachfolgende Zusammenstellung der Hauptzüge.

1. Manahiki-In. (Starbuck-I.) — Paumotu-In. (Puka-Puka-I.) . . . . 119,5°
2. Manahiki-In. (Wostok-I.) — Paumotu-In. (Réao) . . . . 118,5°
3. Manahiki-In. (Victoria-I.) — Paumotu-In. (Pinaki-Ducie) . . . . 118,5°
4. Phönix-In. (Howland-I.) — Paumotu-In. (Rangiroa-Pitcairn) . . . . 118°
5. Phönix-In. (Winslow-I.) — Manahiki-In. (Manahiki) — Paumotu (Anaa) . . . 119°
6. Phönix-In. (Mc. Kean-I.) — Paumotu-In. (Anaa) . . . . 116,5°
7. Phönix-In. (Gardner-I.) — Tahiti-In. (Tahiti) — Paumotu-In. (Gloucester-In.) . 117,5°
8. Union-In. — Suwarow-In. — Tahiti-In. (Mopiha) . . . . 115°
9. Isabella-Bk. — Samoa-In. — Cook-In. (Mauki) — Tubuai-In. (Tubuai-Maretiri-In.) 116°.

Die grösste Abweichung vom Mittel beträgt nur 2,5°. Auch im einzelnen treten ähnliche Zahlen häufig auf. So ist die mittlere Richtung der

Gambier-Inseln	116°
Cook-Inseln	116,5°
Tokelau-Inseln	117,5°
Tahiti-Inseln	118,5°
Paumotu-Inseln	122°.

[1]) Dana, Characteristics of Volcanoes. New-York 1890.

Es liessen sich noch zahlreiche andere Strecken anführen, bei denen ebenfalls ähnliche Zahlen die Richtung angeben, die also an der Grenze zwischen WNW und NWzW liegen, doch würde deren Anführung uns hier zu weit führen. Dieser hochgradige Parallelismus erinnert uns an die Verhältnisse, wie wir sie in jugendlichen Kettengebirgen finden, in denen auch die gleichliegenden Ketten oft sehr weitgehend parallel verlaufen, wie in den Kordilleren Südamerikas und zwar besonders in Kolumbien, Ecuador, Bolivia, Chile und Nordpatagonien, in beschränkterem Masse auch in Peru[1]). Die polynesischen Züge scheinen sich nach Osten und Süden weit fortzusetzen, wenn sie auch nur durch einzelne Inseln angedeutet sind. So können wir an den in Ducie endenden Zug die Oster-Insel und Sala y Gomez anschliessen, an den in Pitcairn endenden vielleicht die Dougherty-Insel. Sehen wir nun in den Inselzügen die Ketten eines grossartigen Gebirgssystems, so können wir entweder annehmen, dass wir es hier mit den Resten des alten Festlandes zu tun haben, oder dass die Gebirge sich am Grunde des Ozeans aufgefaltet haben. Für die erstere Annahme scheint der Umstand zu sprechen, dass man im Grossen Ozean ein Senkungsfeld sieht, gegen sie spricht aber besonders die unregelmässige Verteilung von Hebungs- und Senkungserscheinungen, infolgederen die verschiedensten Riffarten in unmittelbarer Nachbarschaft voneinander vorkommen, und auf die wir im folgenden noch einmal zurückkommen werden. Ausserdem erstrecken sich auch die Züge über Gebiete, die wahrscheinlicherweise nie kontinental gewesen sind, was besonders von den Phönix-, Fanning- und Manahiki-, vielleicht auch von den Tokelau-Inseln gilt, die zumeist aus Tiefen von mehr als 5000 m sich erheben. Auch spricht die Seltenheit von vulkanischen Gebieten nicht sehr für eine weit fortgeschrittene Gebirgsbildung. Endlich schliessen sich auch die Ketten selbst in den Marquesas- und den Paumotu-Inseln noch dem australischen Systeme an, während diese Inseln doch näher an Amerika liegen und vermutlich mit diesem noch im Eozän verbunden waren. Wir finden aber ganz allgemein, dass neu sich bildende Gebirge an die benachbarten älteren Massive sich anschliessen. Infolgedessen müssen wir annehmen, dass das Kontinentalgebiet zwischen den Paumotu-Inseln und Südamerika bereits in die Tiefe gesunken war, als die Falten sich bildeten, auf deren Rücken die Riffe der Paumotu-Inseln und die anderen Inseln Ozeaniens sich erhoben.

Von den oben genannten neun Parallelketten Südostpolynesiens können wir die südlichste noch weiter verfolgen. Zunächst ist sie im Osten in mehreren Reihen entwickelt, nach Westen hin aber vergabelt sie sich besonders vielseitig und die auseinandertretenden Virgationen machen in der Hauptsache Mikronesien aus. Die Hauptkette scheint

---

[1]) Arldt, Über den Parallelismus der Küsten von Südamerika. Mitteilungen des Vereins für Erdkunde. Leipzig 1901. Tabelle II und Karte.

über die Ellice-Inseln, Banaba und Nauru nach Kusaie zu führen, und dann den Karolinen-Palaubogen zu beschreiben, während eine vorgelagerte Kette in den Gilbert-Inseln nochmals sich spaltet und in den Marshall-Inseln noch weiter sich vergabelnd an der Karolinenrinne abbricht, bezw. vielleicht durch die oben erwähnten westlichen Teile der nordpolynesischen Ketten abgeschnitten wird. Betrachten wir die Anordnung der Atolle in der Marshall-Gruppe, so sehen wir uns genötigt, eine Anzahl von ihnen der Ratak-Gruppe zuzuordnen, die man gewöhnlich zur Ralickgruppe zählt, nämlich die Inseln von Eniwetok bis Rongelap, da sich auf andere Weise die Anordnung der Atolle nicht ungezwungen erklären lässt. Wir bekommen dann abgesehen von der östlichsten Atollreihe der Ratak-Inseln von der Keats-Bank bis Gaspar-Rico bei beiden Inselgruppen einen flachen Bogen. Auch bei diesen ist der Parallelismus noch entwickelt, wenn auch naturgemäss nach Norden und Westen hin ein Auseinandertreten der Ketten zu beachten ist. Wir erwähnen aus der Marshallgruppe folgende Richtungen:

Östliche Hälfte:	Mittele Richtung	141°
Ratak-Inseln:	Mille-Rongelap	142,5°
Ralick-Inseln:	Jaluit-Wottho	132,5°
	Ebon-Ujaë	147°
Westliche Hälfte:	Mittele Richtung	86,5°
Ratak-Inseln:	Rongelap-Eniwetok	91°
Ralick-Inseln:	Wottho-Ujelang	82°.

Auch unter den einzelnen Atollen haben verschiedene ihren grössten Durchmesser in einer der östlichen Mittelrichtung nahe kommenden Richtung, so kommen ihnen folgende Winkel zu:

Kwatjelinn	138°	Maloelap	140,5°
Namo	134,5°	Erikup	137°
Ujaë	149°	Aur	135°.

Noch interessanter ist der andere Bogen, der in seiner Form sich mit den Alpen vergleichen lässt. Bei Waigeu stösst er unter rechtem Winkel auf die melanesisch-sundanesischen Ketten und verläuft von hier zunächst einfach nach den Palau-Inseln. Demselben Faltungssysteme gehört aber jedenfalls Halmahera an, dessen westlicher Hauptteil genau in derselben Richtung verläuft. Aus rein meridionaler Richtung biegt der Zug in den Palau-Inseln ostwärts um und nimmt in den Karolinen annähernd äquatoriale Richtung an. Dabei treten aber die Ketten ostwärts weit auseinander, indem die südlichen in die Südostrichtung einlenken, während die nördlichen annähernd die äquatoriale bewahren. Die Hauptkette scheint die äussere zu sein. Sie führt von Waigeu über das Helen-Riff und Palau nach Yap, dem Hunterriff, biegt hier um und geht über Feys, die Grimes-Insel, Namonuito, das Dunkie-Riff nach Kusaie, von wo Nauru und Banaba nach den Ellice-Inseln führen. Die Parallelketten

beginnen erst im westlichen bezw. mittleren Teile der Karolinen. Der ersten gehören an Sorol, Faraulep, Minto-Riff, Ponape, der zweiten Wolea, Ruk, Nukuor, Matador I., der dritten Juripik, Helen-Untiefe. Die mittlere Richtung ist am Anfange die meridionale und geht dann über 27,5° (NNO) in 43° (NO) über. Im westlichen und mittleren Teile der Karolinen beträgt sie 91° (O), im östlichen 121° (SOzO). Dabei sind die Richtungen in den mittleren Karolinen 87°, 91°, 87° und 100°, in den östlichen schwanken sie zwischen 110° und 139°. Während die ersteren also noch ziemlich parallel verlaufen und nur die südliche schon divergiert, steigt die Divergenz im Westen wesentlich an, doch sind auch hier die nördlichen Ketten nur um 4,5° in ihrer Richtung verschieden. Auch dieses mikronesische System scheint subozeanisch angelegt zu sein aus denselben Gründen wie das polynesische, mit dem es ja auch in engen Beziehungen steht.

An den Karolinenbogen schart im Westen der Marianenbogen sich an, der in seiner Fortsetzung über die Bonin- und Vulkaninseln unter rechtem Winkel auf den japanischen Bogen trifft, in derselben Weise, wie der Karolinenbogen auf den melanesischen. In ihm wiegt zwar der Vulkanismus vor, doch scheinen wir es wegen der Beziehungen zu den mikronesischen Ketten hier ebenfalls im Grunde mit einem Faltensysteme zu tun zu haben. Auch lassen sich bei ihnen mehrere parallele Ketten verfolgen. Als Hauptrichtung des Marianenbogens können wir 2,5° ansehen.

Die Ketten Melanesiens schliessen sich direkt an die sundanesischen an. Den äusseren Zug können wir westwärts bis Celebes verfolgen, von hier führt er in äquatorialer Richtung über die Sula- und Obi-Inseln und Misol nach der Halbinsel Berou. Ein zweiter Zug schart sich in Ceram an den Buru-Ceram-Timorbogen an und führt über die Halbinsel Onin nach den Karl Ludwig-Bergen hinüber. Der letztere bildet weiterhin den Kern des Festlandes von Neuguinea und setzt sich in den d'Entrecasteaux-Inseln fort, von zwei Parallelketten begleitet, deren eine das Küstengebirge von Kaiser Wilhelm-Land und die Trobriand-Inseln bildet, während die andere vom Musgravegebirge zu den Louisiade-Inseln führt. Als Fortsetzung dieser Züge stellen sich uns Neukaledonien mit den Loyalty-Inseln, sowie die Sandy- und Chesterfield-Inseln dar. Der äussere Hauptzug führt über Jobi und die Admiralitätsinseln nach Neumecklenburg und setzt sich in Parallelketten in den Salomonen und den Neuen Hebriden fort. Eine Abzweigung führt durch die St. Cruz-Inseln nach den Fidschi-Inseln hinüber, wo die Züge im Bogen südwärts sich wenden, wie er durch die Exploring- und Lakemba-Inseln uns angegeben wird. Vor dieser Kette geht noch eine weitere her, die durch Korallenriffe angedeutet ist und die bis über den Tongagraben hinweg sich fortsetzt. Beide Hauptzüge sind durch das östliche tiefe Becken des Korallenmeeres voneinander geschieden, beide brechen am Fidschibecken ab, an das nur die äussersten Ketten des östlichen, die

innersten des westlichen Zuges vorbei reichen, wobei die letzteren an die Küste Australiens sich anlehnen. Den bogenförmigen Verlauf und das südliche Divergieren der Ketten lassen einige wenige mittlere Richtungszahlen erkennen.

Ketten in Molukken 90°

	Admiralitäts-Inseln 97°		Riffe westl. Lyra-Bk. 98,5°
Louisiade-Inseln 112°	Salomon-Inseln 122°		Riffe v. Lyra-Bk. bis Curaçao-Riff 111,5°
Neukaledonien 131°	Neue Hebriden 149,5°	St. Cruz-Inseln 138,5°	Riffe östl. d. Tongagrabens 123°.
Norfolkrücken 176,5°		Fidschi-Inseln 149°	

In jeder der Gruppen ist der Parallelismus sehr stark ausgeprägt, besonders auffällig bei den Salomonen.

Wir erwähnten bereits oben, dass ein Teil der Ketten in den Fidschi-Inseln südlich umbiegt. Er schart hier an den Neuseelandzug an, der von den Tongainseln südwärts führt. Dieser beschreibt ebenfalls einen flachen Bogen, wie die folgenden mittleren Richtungszahlen zeigen:

Tonga-Inseln	24°
Neuseeland	30°
Südneuseeland	61,5°.

Die letztere Richtung scheint allerdings nicht einer Faltungsrichtung parallel zu verlaufen, sondern sie vielmehr quer abzuschneiden, da die Schichten im Süden der Südinsel wie auf Rakiura nordwestlich streichen. Der Tongarichtung steht sehr nahe die Richtung der nordneuseeländischen Reihenvulkane Ruapehu, Nganruhoe und Tongariro, die 24,5° beträgt. Die durch die genannten Vulkane gelegte Loxodrome führt etwa 25 km östlich von Upolu vorbei und trifft auf den Mauna Loa, durchschneidet also die Hauptvulkangebiete Ost-Ozeaniens. Ausserdem bildet sie annähernd einen rechten Winkel mit den geschnittenen ostpolynesischen Ketten (93°). Ob dies freilich mehr als ein Zufall ist, erscheint sehr fraglich, ebenso wie es ein Zufall sein dürfte, dass die chilenische Küstenloxodrome genau senkrecht auf der venezuelanischen steht (8,5° bezw. 98,5° Winkel 90°).

§ 169. Vulkanismus. Betrachten wir die Verteilung der tätigen und erloschenen Vulkane auf das ozeanische Gebiet[1]), so finden sich die meisten derselben in der Nachbarschaft der melanesischen Einsturzbecken sowie der tiefen Gräben östlich des Neuseelandzuges und nörd-

[1]) Vgl. hierzu Wägler, Die geographische Verbreitung der Vulkane. Mitteilungen des Vereins für Erdkunde. Leipzig 1901.

lich der Karolinen. Im grössten Teile von Polynesien fehlen dieselben und finden sich nur dort, wo die Inselzüge in der Nachbarschaft der von uns angenommenen alten Landmassen verlaufen, in den Samoa-, Cook-, Tubuai-, Tahiti- und Marquesas-Inseln. Wenn die Faltungen der mikronesisch-polynesischen Ketten tatsächlich subozeanisch erfolgten, so müssen wir Störungen gerade dort erwarten, wo alter Meeresboden und alte Kontinentalschollen zusammentreffen, also gerade bei den genannten Inselgruppen, die ausser Samoa den Westrand des Ostlandes bezeichnen dürften. Der Umstand, dass alle diese Vulkane vollständig erloschen sind, spricht neben anderen Gründen dafür, dass hier schon seit längerer Zeit relative Ruhe eingetreten ist, der Gegensatz zwischen kontinentalen und subozeanischen Schollen hat sich bereits verwischt. Nur in den Samoa-Inseln finden wir noch vulkanische Tätigkeit auf Sawaii und auf Manua, dies erklärt sich aber aus der Nachbarschaft des Tongagrabens, liegt doch wie oben erwähnt die Samoagruppe in der Richtung der vulkanischen Achse Neuseelands, der Kermadek- und der Tonga-Inseln. Dass an der Bildung des Hawaiizuges wahrscheinlich die Spaltenbildung mehr Anteil hat als die Faltung, haben wir bereits erwähnt.

§ 170. Hebung und Senkung. Endlich müssen wir auf die Hebungs- und Senkungserscheinungen im ozeanischen Gebiete eingehen[1]. Vorwiegend ansteigende Gruppen sind die vulkanischen Hawaii-, Samoa-, Tonga-, Kermadek-Inseln, die Salomonen, Neuen Hebriden, ferner Neumecklenburg und die Loyalty-Inseln. Doch fehlen auch in diesen Senkungen nicht, die oft unregelmässig verteilt sind. Der Hawaii-Zug ist westlich von Kauai im Sinken begriffen, doch hebt sich hier die Lisiansky-Insel. Bei den Samoa-Inseln senkt sich der Osten. Die übrigen Inselgruppen sind meist in der Senkung begriffen. Doch verraten besonders im mittleren Teil der Karolinen viele Inseln, die nur Reste von Lagunen oder gar keine Lagunen besitzen, dass hier lokale Hebungen stattgefunden haben, so Feys, Morilau und die Inseln zwischen Faraulep und Lamotrek einerseits, Namonuito und Ruk andererseits. Solche Inseln finden sich ebenfalls mehrfach in den Phönix- und den Manahiki-Inseln, sowie in der Paumotugruppe. Gerade in der letzteren liegen sie in der unmittelbaren Nähe von Atollen, so Nukutewaké unmittelbar bei Pinaki. Dieselben Verhältnisse finden wir auch in den Marshall- und den Gilbert-Inseln. Auch hier sind Hebung und Senkung nahe benachbart. Jemo liegt zwischen den Atollen Ailuk und Wottho, Makin unmittelbar neben Butaritari. Diese Erscheinung lässt sich durch die Annahme eines grossen Senkungsfeldes nicht erklären, wir müssten eine Zerteilung des Grundes in zahlreiche zum Teil sehr kleine Einzelschollen annehmen, von denen einzelne an der allgemeinen

---

[1] Vgl. Hahn, Untersuchungen über das Aufsteigen und Sinken der Küste. 1879. S. 69—80.

Senkung nicht teilgenommen hätten. Eine solche Scholle müsste z. B. inmitten der Karolinen liegen, eine andere zwischen den Gilbert-Inseln und Ellice-Inseln, die bis zu den Phönix-Inseln hinüberreichen könnte, eine dritte zwischen Malden- und Flint-Insel und ausserdem viele andere. Einfacher scheint eine andere Erklärung zu sein. Der Boden des Ozeans ist allgemein in Senkung begriffen; aber auf ihm erheben sich langsam die Faltenzüge vielleicht noch in der Gegenwart. Weder die Senkung noch die Hebung findet überall in gleichem Masse statt, infolgedessen bekommen wir eine grosse Anzahl Möglichkeiten, nach denen die positiven und negativen Verschiebungen sich addieren. Wo die Faltung sehr stark ist, wird die Hebung überwiegen, sonst die Senkung. Rechnen wir dazu noch die bei Faltungen unvermeidliche Bildung von Verwerfungen, so erhalten wir den bunten Wechsel zwischen Strandriffen, Wallriffen, Atollen und gehobenen Riffen sowie ansteigenden Vulkaninseln auf einfache Weise erklärt.

§ 171. Zusammenfassung. Die verschiedensten Tatsachen der physikalischen Geographie, die wir jetzt betrachtet haben, liessen das Bestehen eines ozeanischen Kontinentes nicht unmöglich erscheinen, doch mussten wir annehmen, dass derselbe vor der Mitte der Tertiärzeit verschwand, wofür auch die biogeographischen Gründe sprachen. Wie lange aber vorher der Kontinent bestanden hat, lässt sich nur sehr schwer entscheiden. Natürlich müssen Südamerika und Australien schon vorher sich ausgedehnt haben, doch spricht die Tatsache, dass vor der oberen Kreide das andine Gebiet marin war, gegen eine feste Verbindung vor dieser Zeit. Während der Trias war zwar wahrscheinlich Chile Land, doch lag es in der Nähe der Küste und gleiches galt von Neuseeland und Neukaledonien. Wir können daher annehmen, dass die südpazifische Verbindung nur von sehr kurzer Dauer gewesen ist. Infolgedessen ist ihr Vorhandensein auch nicht durch so viel Beweise gestützt, wie das anderer transozeanischer Brücken und es wird deshalb noch vielfach angezweifelt, doch nimmt C. Burckhardt ihr Bestehen seit dem Devon an[1]). Eine so grosse Ausdehnung wie Haug[2]) dem Kontinente gegeben hat, dass er nämlich fast den ganzen jetzigen Ozean ausfüllte, dürfen wir aber wohl auf keinen Fall annehmen. Wie bei den Norderdteilen, stellen wir auch bei den südlichen die einzelnen Verbindungen zusammen. Die Zeichen sind bereits früher erklärt.

Quartär	‖	Au.	‖	S.	‖	Ae.	‖	I.	‖
Pliozän	‖	Au.	‖	S.	‖	Ae.	=	I.	‖
Oligozän — Miozän	‖	Au.	‖	S.	‖	Ae.	‖	I.	‖
Eozän	‖	Au.	=	S.	=	Ae.	‖	I.	‖
Turon — Senon	‖	Au.	=	S.	=	Ae.	=	I.	‖
Cenoman	‖	Au.	=	S.	∣	Ae.	=	I.	‖

[1]) C. Burckhardt, Traces géologiques d'un ancient continent pacifique. Rev. del Museo de la La Plata v. 10. 1900.

[2]) Haug, Bull. Soc. Geol. France., 3 ser. v. 28. 1900. p. 662—663. 680—681.

Lias — Gault | S. = Ae. = I. || Au. ||
Silur — Keuper || S. = Ae. = I. = Au. ||
Kambrium || S. = Ae. || I. = Au. ||

Wir erhalten darnach ziemlich hohe Prozentsätze für die südlichen transozeanischen Verbindungen, nämlich zwischen Südamerika und Afrika 96 %, zwischen Indien und Australien 88 %, zwischen Afrika und Indien 86 %, zwischen Australien und Südamerika 3 %. Berechnen wir die Zeiten, in denen das zentrale Mittelmeer mit niederen südlichen Breiten in Verbindung stand, so erhalten wir folgende Werte:

Atlantische Verbindung:	Indische Verbindung:	Pazifische Verbindung:
4 %	22 %	97 %.

Die entsprechenden Werte für die nördliche Verbindung sind seit dem Kambrium

18 %	73 %	85 %.

Wir erhalten also für beide Verbindungen dieselbe Reihenfolge der Ozeane. Der Grosse Ozean ist jedenfalls von allen der konstanteste gewesen. Noch deutlicher tritt das hervor, wenn wir berechnen, während welcher Zeit eine durchgängige Verbindung vom südlichen Meere über das Mittelmeer zum Arktischen Ozean bestand, in dem wir entsprechend erhalten

3 %	15 %	81 %.

Der Verlauf des Grossen Ozeans ist also nur sehr selten unterbrochen worden, während der Atlantische und selbst der Indische Ozean verhältnismässig wenig hervortreten. Betrachten wir die Zahl der südlichen Meeresverbindungen, indem wir die indischen in eine zusammenfassen, so erhalten wir für

	die einfache	doppelte	dreifache Verbindung:	durchschnittliche Verbindungen:
seit dem Eozän	21 %	0 %	79 %	2,6
seit dem Buntsandstein	49 „	29 „	23 „	1,8
seit dem Karbon	18 „	74 „	8 „	1,9
seit dem Silur	8 „	88 „	4 „	2,0
seit dem Kambrium	18 „	78 „	3 „	1,8

Während wir bei den nördlichen meridionalen Verbindungen bei Annäherung an die Jetztzeit eine Abnahme, bei den äquatorialen mittelmeerischen Verbindungen ein periodisches Schwanken beobachteten, sehen wir hier eine grosse Konstanz des Durchschnittes. Erst in neuester Zeit ist eine wesentliche Änderung eingetreten, indem eine mehrfache Durchbrechung des südlichen Ländergürtels eintrat, die sich wiederum an eine Hauptgebirgsbildungsperiode anschliesst.

g) Antarktisches Gebiet.

§ 172. Antarktisches Meer. Wir wenden uns nun zu einem Gebiete, wo wir ebenfalls wenig geologische Grundlagen besitzen. Südlich von den Süderdteilen breitet sich ein zusammenhängender Ozeanring aus, der dem zentralen Mittelmeere in vieler Beziehung ähnelt. Ähnlich diesem hat er jedenfalls ein ausserordentlich hohes Alter, wahrscheinlich ist er sogar noch seltener durchbrochen worden. Leider können wir diese Tatsache nicht eingehender untersuchen, sie würde für die Aufstellung allgemeiner Gesetze der Erdentwicklung von grosser Bedeutung sein, besonders durch Parallelisierung mit den Verhältnissen des Mittelmeeres. Wir müssen uns begnügen, auf Grund der jetzigen Verhältnisse Vergleiche zu ziehen. Wir sehen zunächst, dass von den Südspitzen der drei Süderdteile Reihen von Inseln nach dem antarktischen Landgebiete hinüberführen und zwar stets in einem weit nach Osten vorspringenden Bogen, so dass im Süden die Ozeane weiter ostwärts reichen als im Norden. Südlich von Afrika haben wir die Prinz Edward-Inseln, Crozet-Inseln, Kerguelen und die Heard-Insel, alles vulkanische Gebiete, die auf einem im allgemeinen nicht unter 4000 m absinkenden Rücken liegen, der nur lokal von tieferen Strassen durchbrochen wird. An Neuseeland schliessen die Auckland- und Macquarie-Inseln sich an und führen über die Balleny-Inseln nach Victorialand hinüber. Hier haben wir es nicht ausschliesslich mit vulkanischen Gebilden zu tun, vielmehr schliesst sich dieser Zug an die melanesischen Falten an und setzt sich wahrscheinlich auf Victorialand als hohes Faltengebirge fort. Noch viel interessanter gestalten sich die Verhältnisse bei Südamerika, wo die Inseln sich direkt als Fortsetzung der südlichen Kordilleren zu erkennen geben und in grossem Bogen nach dem Graham-Lande hinüberführen. An den äquatorialen Gebirgszug von Feuerland schliesst die Staaten-Insel sich an. In ihrer Fortsetzung finden wir die Burdwood-Bank. Weiterhin sind zu erwähnen Süd-Georgien, die Süd-Sandwich-Inseln, Südorkney-Inseln und Südshetland-Inseln. Der Bogen, den diese Inseln beschreiben, ähnelt auffallend dem Bogen der grossen und kleinen Antillen und des venezuelanischen Küstengebirges. Wir haben schon erwähnt, dass an dieser Stelle die grösste Wahrscheinlichkeit einer früheren Landverbindung mit der Antarktis vorhanden ist, doch lässt sich über deren Zeitdauer nicht die geringste Bestimmung treffen.

§ 173. Antarktis. Das Vorhandensein eines antarktischen Kontinentes ist lange Zeit heiss umstritten worden. Gegen das Vorhandensein eines kontinentalen Gebietes, mag es nun zusammenhängendes Festland oder ein Archipel grosser Inseln sein, hat man besonders klimatische Gründe angeführt, die niedrigen Sommertemperaturen und die niedrigen Luftdrucke. Doch dürfen wir die Antarktis nicht ohne weiteres mit jedem anderen Kontinentalgebiete vergleichen, liegt es

doch unter einem gewaltigen Eismantel begraben, der eine ebenso hohe spezifische Wärme wie das Wasser besitzt. Infolgedessen muss das eisbedeckte Land sich ähnlich verhalten wie die ozeanischen Flächen. Übrigens finden wir auf Grönland, das allein einen Vergleich mit der Antarktis gestattet, ebenfalls im Sommer abnorm niedrige Temperaturen. Andere klimatische Faktoren sprechen direkt für einen antarktischen Kontinent wie föhnartige Winde, die in Wilkesland beobachtet worden sind. Endlich scheint die mächtige Eiskappe als Inlandeis gedeutet werden zu müssen, wenn sie auch Heim als marin ansieht[1]), da sie Moränenmaterial enthält. Dieses besteht hauptsächlich aus Gneis, Granit und Quarzit, ausserdem aus Glimmerschiefer, Amphibolit, Quarzdiorit und Dioritschiefer, sowie aus den in diesen Gesteinen vorkommenden Mineralien Quarz, Feldspat, Glimmer, Hornblende, Granat, Turmalin, Glaukonit usw. Das sind aber alles kontinentale Gesteine, wie wir sie hauptsächlich in den archäischen Massiven finden. Dazu kommt noch der Zug der Gebirge. Wir sehen, dass im Norden, Osten und Westen der Pazifische Ozean von jungen stark vulkanischen Faltengebirgen umrandet ist. Diese Gebirge führen, wie wir oben erwähnten, über Inselgruppen, die z. T. auch vulkanischer Natur sind, nach dem Graham- und dem Victorialande hinüber. Hier erheben sich besonders auf dem letzteren mächtige Bergzüge und gewaltige Vulkane, letztere beim Erebus und Terror bereits wieder ostwärts umbiegend, und so ist der Schluss wenigstens nicht ganz von der Hand zu weisen, dass vielleicht auch der südlichste Teil des Grossen Ozeanes von einem Faltengebirge begrenzt werde. Solche Faltenzüge nimmt z. B. Sacco auf seiner genetischen Karte des Erdreliefs an[2]). Die Antarktis zeigt dann, wie Reiter gezeigt hat[3]), eine auffallende Ähnlichkeit mit Südamerika, indem Victorialand dem nördlichen Teil des Andenlandes, das Gebiet zwischen ihm und Grahamland den chilenischen Anden, der Dirck Gherritz-Archipel dem Feuerlande entspricht, während Wilkesland mit Venezuela und Guayana, Enderbyland mit Brasilien sich vergleichen lässt. Es kehren dann alle fünf Kontinente, die den Grossen Ozean umranden, ihm ihre gefaltete Seite zu, während hinter den Gebirgsketten altes und schon stark denudiertes Land liegt. Dagegen ist der Atlantische Ozean wie überall auch im Süden von Schollenland begrenzt und gleiches gilt vom Indischen Ozeane. Haben wir demnach viele Gründe, das Vorhandensein einer Antarktis anzunehmen — es sei hier noch auf die Meeresablagerungen in der Nähe des Landes, sowie auf die Färbung des Meeres hingewiesen[4]) — so können wir doch über

---

[1]) Heim, Handbuch der Gletscherkunde. 1885. S. 270 ff. 489.

[2]) Sacco, Essai sur l'Orogénie de la Terre. Turin 1895.

[3]) Reiter, Die Südpolarfrage und ihre Bedeutung für die genetische Gliederung der Erdoberfläche. Kettlers Zeitschrift für wissenschaftliche Geographie. Bd. 6. Weimar 1887. S. 1—30, 89—90.

[4]) Siehe S. 5.

deren Entwicklung fast gar nichts sagen. Jedenfalls haben wir es hier aber mit einem sehr alten Landgebiete zu tun, da die archäischen Gesteine bei weitem vorzuherrschen scheinen.

h) Zusammenfassung.

§ 174. Wir stehen nun am Schlusse der Erörterungen über die geologischen Grundlagen der Paläogeographie. Wir haben gesehen, dass wir im ganzen auf der Erde sechs Zonen unterscheiden können:

1. den Arktischen Ozean,
2. den nördlichen Landring,
3. den Mittelmeerischen Gürtel,
4. den südlichen Landring,
5. das Antarktische Meer,
6. das Antarktische Festland.

Diese Zonen haben bis auf die zweite und die vierte grosse Konstanz besessen. Diese beiden haben in keiner Periode einen geschlossenen Ring gebildet, sondern waren im Durchschnitt immer an zwei Stellen unterbrochen, wobei bei dem nördlichen Landring mit der Zeit die Verbindung immer enger wurde, während im Süden nach längerer Andauer eines stationären Zustandes das Gegenteil eintrat. Zu dieser zonalen Gliederung kommt eine meridionale in ebenfalls sechs Reihen. Wir haben

1. den Grossen Ozean,
2. den amerikanischen Doppelkontinent,
3. den Atlantischen Ozean,
4. Europa—Afrika,
5. den Indischen Ozean,
6. Asien—Australien.

Dieser Gliederung lassen sich aber das Arktische Meer und das Antarktische Festland nicht einordnen, die beide die ganze Zeit mindestens vom Algonkium her bestanden haben dürften. Sonst sind nur die marinen Glieder voll entwickelt gewesen. Wir sahen, dass ein ununterbrochener Verlauf bestand

beim Grossen Ozean während	81 %
beim Mittelmeer während	42 %
beim Indischen Ozean während	15 %
beim Atlantischen Ozean während	3 %

der Gesamtzeit seit dem Kambrium gerechnet. Stellen wir die durchschnittlichen Verbindungen der Hauptozeane und der Kontinente zusammen, so erhalten wir:

Äquatoriale südliche Landverbindung	68 %
Meridionale nördliche Ozeanverbindung	62 %
Äquatoriale nördliche Landverbindung	38 %
Meridionale südliche Ozeanverbindung	32 %
Meridionale mediterrane Landverbindung . . .	31 %.

Ferner erhalten wir folgende Reihenfolge für die mutmassliche Dauer der Landverbindungen, wobei wir uns aber immer die lange Dauer der alten Formationen und die damit verbundenen Schwankungen vor Augen halten müssen:

Südamerika — Afrika	96 %
Indien — Australien	88 %
Afrika — Indien	86 %
Nordamerika — Europa	82 %
Nordamerika — Südamerika	52 %
Europa — Afrika	28 %
Europa — Asien	16 %
Asien — Nordamerika	15 %
Asien — Indien	12 %
Asien — Australien	4 %
Australien — Südamerika	3 %.

Berechnen wir hieraus die mittlere Verbindungszeit der einzelnen Gebiete, so erhalten wir die Reihenfolge:

Afrika	70 %	Nordamerika	50 %
Indien	62 %	Europa	42 %
Südamerika	50 %	Australien	32 %
Asien	12 %.		

Es haben also die Süderdteile durchaus nicht immer so isoliert gelegen, wie in der jüngsten Zeit der Erdgeschichte. Wie wir sahen, sind besonders die paläozoischen Perioden schuld an der hohen Verbindungszahl derselben. Auffällig sind die niedrigen Zahlen bei Asien, die ihm die letzte Stelle unter den Erdteilen anweisen. Merkwürdig ist, dass das Kernmassiv von Asien am entferntesten von der mittelmeerischen Zone liegt, während die Gebiete mit den höchsten Verbindungszahlen Afrika und Indien ihr am nächsten liegen. Vielleicht liegt hier eine tiefere Beziehung zugrunde, wenn natürlich auch die Grösse der Gebiete und der benachbarten Ozeane mit in Betracht gezogen werden muss.

Eine Zusammenfassung der erdgeschichtlichen Resultate aus den geologischen Erörterungen zu geben, erübrigt sich an dieser Stelle, da sie im historischen Teile gebracht werden wird, während die paläogeographischen Karten der einzelnen Perioden hinten angefügt sind.

2. Archäische Massive.

a) Verbreitung der archäischen Schichten.

§ 175. Wir haben versucht, bis zum Algonkium zurück festzustellen, an welchen Stellen der Erdoberfläche in den einzelnen Formationen Land sich befunden hat, doch wurden im untersten Paläozoikum

die Schlüsse schon sehr unsicher, da wir zuletzt fast nur an den Gesteinscharakter uns halten konnten. Im Archäikum verlieren wir auch diese Stütze, da die archäischen Gesteine fast alle durch Metamorphose ihren ursprünglichen Habitus wie die in ihnen etwa eingeschlossen gewesenen Fossilien verloren haben. Aus diesem Grunde können wir an eine Rekonstruktion der archäischen Kontinente kaum denken. Immerhin müssen wir noch einen Blick auf die archäischen Gebiete werfen, stellen sie doch gewissermassen die Kernländer der Kontinente dar, die seit dem Archäikum grösstenteils Festland gewesen sind (vgl. Karte 11).

§ 176. Grosse Massive. Zunächst fassen wir die grossen Massive ins Auge und als erstes das nordamerikanische, das Suess als kanadischen Schild bezeichnet. Als dessen Mittelpunkt können wir die Hudsonbai ansehen, um die sich flach gewölbt die laurentische (Gneis-) Formation herumlagert, auf der Schiefer auflagern, und die mit diesen von einem Kranze von Algonkium, Kambrium, Silur und anderen paläozoischen Schichten umgeben wird. Das eigentliche kanadische Massiv wird umfasst von der Glintlinie, auf die wir später noch einzugehen haben. Sie ist ausserordentlich reich an Seen und führt vom Coronation-Golf nach dem Grossen Bärensee, von hier über den Mardersee nach dem Westende des Grossen Sklavensees, der ganz innerhalb des Massives gelegen ist. Südlich davon schliesst sie dem Laufe des Grossen Sklavenflusses sich an bis zum Athabaska-See, umfasst diesen und führt an dessen Ostrande über die Südspitze des Rentiersees nach dem Winnipeg-See. Weiterhin wird die Glintlinie bezeichnet durch den Wälder- und Roten-See, sowie den Ithaska-See und führt nach dem Westrande des Oberen Sees und dem innersten Teile der Green-Bay des Michigan-Sees. Michigan-See, Huron-See, St. Georgs-Bucht, Ontario-See, St. Lorenzstrom vollenden die Abschliessung des Massives vom übrigen Kontinente. Im Norden ist die Grenze nicht so scharf ausgeprägt. Doch müssen wir hier den Gneiszug an der Küste Labradors und des Baffinlandes abrechnen [1]). Als Grenzlinie des Massives erhalten wir demnach eine Linie, die in Labrador durch die Flüsse George R. und Nascopie R. angedeutet wird, während sie auf Baffinland die östlichen und nördlichen Halbinseln abschneidet. Endlich ist auch der Hauptteil von Boothia Felix nördlich der Victoriabai nicht zum Massiv zu rechnen, ebensowenig als die arktischen Inseln. Innerhalb des so eingeschlossenen Gebietes lassen sich keine nacharchäischen Faltungen nachweisen, selbst die Küstenkette im Labrador- und Baffinland ist vorkambrisch gefaltet. Auch ist nur an sehr wenigen Stellen das archäische Gestein von paläozoischen überlagert, am meisten noch in der unmittelbaren Umgebung der Hudsonbai. An dieses Massiv schliessen sich weite Gebiete besonders in der arktischen Inselwelt an, die bereits seit dem Silur zur Ruhe gekommen sind. Ebenso ist auch auf der Insel Anticosti der

[1]) Suess, A. d. E. II. S. 46.

Silur flach gelagert. Dagegen treffen wir auf Grönland jüngere Störungen an, so dass diese ebenfalls grösstenteils aus Gneis bestehende Insel nicht als ein Massiv angesehen werden kann.

In Europa finden wir das grösste archäische Gebiet in Skandinavien und Finnland, die Suess als skandinavischen Schild bezeichnet. Auch hier finden wir eine seenreiche Glintlinie wieder. Gegen den übrigen Kontinent hin wird sie bezeichnet durch den Finnischen Meerbusen, die Newa, den Ladoga-See, den Swir, den Onega-See, die Wodla, die Dwina-Bai und die Mesen-Bai. Im Westen ist das norwegische Gebirge, das noch im Silur gefaltet wurde, von dem Massiv auszuschliessen. Die Glintlinie beginnt hier am Varanger Fjord und kreuzt die langgestreckten Hochlandsseen, wie Torneå-See, Luleå-See, Horn Afvan, Stor Uman, Stor-See und trifft auf den Klar Elf, Wener See und Götaelf. Ebenso dürfte Schonen nicht zum eigentlichen Massiv gehören. Auch hier fehlen innerhalb der Glintlinie postarchäische Faltungen, auch sind jüngere Gesteine ausserordentlich selten, in Finnland fehlen sie vollkommen. Dieses eigentliche Massiv ist nun ähnlich dem nordamerikanischen von ebenfalls archäischen Schichten begrenzt, die aber später noch einmal gefaltet wurden, wie in Norwegen und Nordschottland, das auch noch als ein Teil des europäischen Kernmassivs im weiteren Sinne angesehen werden muss. An anderen Stellen verschwindet die archäische Gesteinsmasse unter einem paläozoischen Mantel, wie wir das im arktischen Archipel Nordamerikas gefunden hatten. Dies ist z. B. in Russland der Fall, das ähnlich dem eigentlichen Massiv seit dem Algonkium keine Faltung erfahren hat. Dagegen finden wir den Gneis unter den paläozoischen Schichten ebenso gefalten wie überall auf der Erde[1]). Das skandinavische Massiv muss also bereits in der archäischen Zeit eine sehr grosse Ausdehnung besessen haben, ebenso wie das kanadische, doch sind dann verhältnismässig grössere Teile von ihm wiederum überflutet worden, so dass jetzt die archäischen Schichten Russlands unter einer mächtigen Decke jüngerer Sedimente verborgen liegen, unter denen sie nur lokal, besonders in Südrussland in den Tälern hervortreten.

In Asien herrschen archäische Gesteine vor in Korea, der Mandschurei und dem ganzen Amurgebiet, weshalb Lapparent von einem mandschurischen Schilde spricht, analog dem kanadischen und dem skandinavischen von Suess. Ferner traten archäische Gesteine im Lenabogen zutage, im oberen Flussgebiete des Wiljui. Dieses Gebiet ist zwar nicht sehr ausgedehnt, doch lässt sich der Gneis unter den paläozoischen Schichten noch weit verfolgen, von denen bereits das Kambrium horizontal liegt, so dass wir in Mittelsibirien zwischen Jenissei und Lena bezw. Aldan ebenfalls ein altes Massiv sehen müssen. Auch nach Ansicht von Suess haben wir es hier mit dem ältesten Gebiete von

[1]) Suess, A. d. E. I. S. 605. IIIa. S. 473.

Asien zu tun[1]). Eine Glintlinie ist innerhalb des sibirischen, des Angaramassivs, nicht nachgewiesen, auch fehlen infolge der mangelnden Inlandeisentwicklung die Seen, die für diese in Nordamerika und Europa so charakteristisch waren, doch ist das Angaramassiv durch posthume Faltungen im Süden begrenzt, die das „Amphitheater von Irkutsk“ umschliessen[2]). Diese Faltungen haben erst im Paläozoikum stattgefunden. Diese Umrandung beginnt bei der Angaramündung, führt von hier nach dem Sajanischen Gebirge, folgt diesem zum Baikalsee, verläuft an diesem entlang nach den Witimstromschnellen und von hier nach dem grossen Lenaknie bei Baresowskoje. Nach den anderen Richtungen sind die Grenzen noch unsicher. Am Jenissei sind archäische Schichten bis hinab nach Turuchansk nachgewiesen, Suess vermutet aber, dass die archäische Platte sich bis in das obere Tasgebiet und andererseits bis an das nördliche Eismeer fortsetzt[3]). Das Byrranga-Gebirge der Taimyrhalbinsel allerdings gehört keinesfalls dem Massive an, da es karbonischen Alters ist. Nach Osten hin dürfen wir jedenfalls alles Land dem Angaramassiv zurechnen, das westlich der Lena und des Aldan gelegen ist. Das mandschurisch-koreanische Massiv steht dann zu dem Angaramassiv in einer ähnlichen Beziehung wie die russische Tafel zum skandinavischen Schilde und Grönland oder der arktische Archipel zum kanadischen. Bemerkenswert ist, dass die Zentralmassive der nordischen Kontinente alle in ungefähr derselben Breite liegen, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

	Nördlichster Punkt:	Südlichster Punkt:	Mittlere Breite:
Kanadischer Schild i. e. S.	72° N.	43° N.	57,5° N.
Skandinavischer Schild i. e. S.	70° N.	56° N.	63° N.
Angaramassiv i. e. S.	73° N.	51° N.	62° N.
Kanadischer Schild i. w. S.	83° N.	42° N.	62,5° N.
Skandinavischer Schild i. w. S.	71° N.	46° N.	58,5° N.
Angaramassiv i. w. S.	73° N	34° N.	53,5° N.

Wir sehen, dass fast alle Massive gleichweit nach Norden reichen, nur die arktischen Inseln Nordamerikas bilden eine Ausnahme. Besonders auffällig ist ferner die grosse Übereinstimmung in den mittleren Breiten. Auch die Längenlage der Massive ist nicht uninteressant. Wir finden folgende Werte:

	Westlichster Punkt:	Östlichster Punkt:	Mittlere Länge:
Kanadischer Schild i. e. S.	238° O.	302° O.	270° O.
Skandinavischer Schild i. e. S.	13° O.	44° O.	28,5° O.
Angaramassiv i. e. S.	85° O.	138° O.	111,5° O.
Kanadischer Schild i. w. S.	226° O.	342° O.	284° O.
Skandinavischer Schild i. w. S.	350° O.	55° O.	22,5° O.
Angaramassiv i. w. S.	83° O.	142° O.	112,5° O.

[1]) Suess, A. d. E. III. S. 16—44.
[2]) Ebend. S. 16. 29.
[3]) Ebend. S. 37. 44.

Die Abstände der Mittelmeridiane betragen demnach nördlich vom

	Grossen Ozean:	Atlantischen Ozean:	Indischen Ozean:
bei Massiven i. e. S.	158,5°	118,5°	83°
bei Massiven i. w. S.	171,5°	98,5°	90°

Die Abstände entsprechen demnach der Grössenreihenfolge der Ozeane, wenn auch nicht genau deren Grösse. Denn setzen wir die Grösse des Grossen Ozeans bezw. den ihm entsprechenden Meridianabstand = 100, so erhalten wir beim

	Grossen Ozean:	Atlantischen Ozean:	Indischen Ozean:
Grösse der Ozeane	100	51	42
Meridianabstand (M. i. w. S.)	100	57	52
Meridianabstand (M. i. e. S.)	100	61	52

Es ist das wiederum eine Tatsache, die zufällig sein kann, aber doch die Vermutung eines tiefer liegenden Gesetzes erweckt.

Auf den Südkontinenten sind archäische Gesteine auch weit verbreitet. In Südamerika können wir von einem brasilischen Massiv reden, das auch noch Guayana umfasst. In Brasilien sind zwar die archäischen Schichten in weiten Gebieten durch paläozoische und kretazeische Schichten verdeckt, doch treten sie in den Tälern der grossen Nebenflüsse des Amazonenstroms wieder zutage, wie am Madeira, Tapajoz, Xingu, Araguaya und Tocantins. Fassen wir dies mit dem zusammen, was wir früher über eine tertiäre Senkung des Amazonasgebietes sagten, so können wir daraus auf den Zusammenhang der Gneise Guayanas mit denen des brasilianischen Küstengebirges schliessen. Dieses Massiv scheint sich bis an den Fuss der Kordilleren auszudehnen, wenigstens nördlich vom Amazonenstrome. Das Massiv erstreckt sich demnach über etwa 40 Längengrade, sowie über 44 Breitengrade, es steht daher an Ausdehnung nicht hinter den nordischen Massiven zurück, mit Ausnahme des nordamerikanischen. Das brasilische Massiv lässt sich übrigens nur mit den Massiven im weiteren Sinne vergleichen, da das brasilische Küstengebirge jedenfalls erst im Silur gefaltet worden ist. Infolgedessen kann es auch in der ältesten Geschichte der Erde nicht eine so grosse Rolle gespielt haben, auch ist es bis in neuere Zeit öfters überflutet worden, wie wir im vorigen Teile gesehen haben.

Noch ausgedehnter scheint das äthiopische Massiv zu sein, das ausser dem nördlichen Afrika bis zum Kongobecken und dem Nyassasee auch Arabien und Syrien umfasst. In Südafrika sind archäische Gesteine freilich auch weit verbreitet, besonders in Westafrika und im Sambesigebiete, doch da hier karbonische Faltungen vorhanden sind, so müssen wir es bei der Betrachtung der grossen Massive ausschliessen. Auch ohne dies erstreckt sich das äthiopische Gebiet durch 47 Breiten-

grade und 77 Längengrade und übertrifft somit an Flächenausdehnung sogar das nordamerikanische Massiv. Sacco sieht es aus diesem Grunde als das älteste aller Massive an[1]), das zuerst in der archäischen Periode mit der Faltung begonnen hätte, und um das die anderen Massive sich erst später ringförmig gruppierten. Es liegt ja auch das Massiv tatsächlich gerade dem Grossen Ozeane antipodisch gegenüber und zwar dem von den polynesischen Inseln eingenommenen Raume. Eine Abgrenzung eines inneren Kernes wie im Norden ist aber bei ihm zur Zeit ebenso unmöglich wie bei dem brasilischen Massiv.

Das australische Massiv umfasst den von den karbonischen Faltungen nicht mehr betroffenen Teil des Kontinentes, der westlich einer Linie liegt, die die Südspitze des Carpentariagolfes mit dem Spencergolfe verbindet. Wenn auch stellenweise von jüngeren Gesteinen überlagert, was übrigens auch in Afrika und Arabien stattfindet, treten hier doch an zahlreichen Stellen die archäischen Schichten zutage, und überall sind die darüber liegenden Sedimente ungefaltet. Vergleichen wir nun die südlichen Massive untereinander, so sehen wir, dass diese nicht das Mass der Konstanz besessen haben als die nördlichen, öfter und besonders auch noch in mesozoischer Zeit haben sie beträchtliche Transgressionen erfahren. Andererseits liegen sie nicht in demselben Masse wie die Nordmassive, deren Mittelparallelen nur um 9° differierten und um höchstens 4,5° vom Mittelwerte 58° abwichen. Wir haben nämlich bei den Südmassiven folgende Werte:

	Nördlichster Punkt:	Südlichster Punkt:	Mittlere Breite:
Brasilisches Massiv	9° N.	35° S.	13° S.
Äthiopisches Massiv	37° N.	10° S.	13,5° N.
Australisches Massiv	12° S.	35° S.	23,5° S.

Die Abweichung unter den Mittelparallelen beträgt also 37°, die vom Mittelwert auch noch 21°. Wie bei den Nordmassiven berechnen wir auch die Mittelmeridiane. Wir erhalten die Werte:

	Westlichster Punkt:	Östlichster Punkt:	Mittlere Länge:
Brasilisches Massiv	285° O.	325° O.	305° O.
Äthiopisches Massiv	343° O.	60° O.	21,5° O.
Australisches Massiv	113° O.	141° O.	127° O.

Der atlantische Abstand ist hier demnach geringer als der indische (76,5° gegen 105,5°), während der pazifische noch grösser ist als bei den Nordmassiven: 178°, also fast den halben Erdumfang umfasst.

Ein siebentes grosses Massiv ist das antarktische, das das ganze Südpolarland umfasst, mit Ausnahme der Randländer von Victoria-

---

1) Sacco, Orog. d. l. T. p. 4.

land bis Grahamland, deren Begrenzung sich aber zurzeit noch nicht feststellen lässt. Suchen wir mit Hilfe der Flächenquadrierung ungefähr den Flächeninhalt der Massive zu bestimmen, so ordnen diese sich in folgender Reihenfolge an:

Äthiopisches Massiv	25'500 000 km².
Antarktisches Massiv	13'500 000 „
Kanadischer Schild	12'500 000 „
Brasilisches Massiv	12'000 000 „
Angaramassiv	9'500 000 „
(Kanadischer Schild i. e. S.) . .	6'500 000 „
Skandinavischer Schild	5'500 000 „
Australisches Massiv	5'500 000 „
(Angaramassiv i. e. S.)	3'500 000 „
(Skandinavischer Schild i. e. S.)	1'500 000 „

Im ganzen nehmen die Massive einschliesslich der auf ihnen liegenden Meeresteile also 84'000 000 km² ein. Die südlichen Massive nehmen mit 43'000 000 km² reichlich die anderthalbfache Fläche ein, wie die nördlichen, doch wird dies nur durch das Übergewicht der äthiopischen Masse bewirkt. Sonst sind die nordischen Massive ausgedehnter. Die südlichen Massive ordnen sich ihrer Grösse nach in derselben Reihenfolge, wie nach ihrer mittleren Breite. Je nördlicher der Mittelmeergürtel liegt, um so grösser ist das unmittelbar südlich davon gelegene Massiv und zwar entspricht dem grösseren Breitenabstand der bedeutendere Grössenunterschied.

	Breiten-abstand:	Grössen-unterschied:	Auf 1°:
Afrika — Südamerika	26,5°	13'500 000 km².	510 000 km².
Südamerika — Australien	10,5°	6'500 000 km².	620 000 km².

Auch hier glaube ich ein allgemeineres Gesetz vermuten zu dürfen, wie in einem folgenden Teile zu begründen sein wird (§ 199 ff.). Noch in einer anderen Beziehung ist eine regelmässige Anordnung zu erkennen, die aber merkwürdigerweise bei den Nord- und Südmassiven gerade entgegengesetzt ist. Vergleichen wir nämlich die Grössen der Massive mit den Abständen ihrer Mittelmeridiane, so liegen im Norden den grössten Massiven die kleinsten, im Süden die grössten Abstände gegenüber, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

a)	Kanadisches Massiv	12'5 km².	Indischer Abstand	90°
	Angaramassiv	9'5 km².	Atlantischer Abstand	98,5°
	Skandinavisches Massiv	5'5 km².	Pazifischer Abstand	171,5°
b)	Äthiopisches Massiv	25'5 km².	Pazifischer Abstand	178°
	Brasilisches Massiv	12' km².	Indischer Abstand	105,5°
	Australisches Massiv	5'5 km².	Atlantischer Abstand	76,5°.

§ 177. **Kleinere archäische Gebilde.** Ausser den grossen archäischen Massiven gibt es auch kleinere archäische Blöcke, in denen

die alten Gesteine die Hauptmasse bilden, doch sind diese meist noch von der karbonischen Faltung betroffen worden. In Europa haben wir von solchen Blöcken zu erwähnen die iberische Meseta, Sardinien und Korsika, das französische Zentralmassiv, die Bretagne, das böhmische Massiv, das Rhodopemassiv und das uralische Gebiet, die alle ungefähr gleichaltrig sein dürften und sich an das alte Massiv anschliessen. Von den sieben Blöcken liegen vier ganz nördlich der tertiären Faltungszone, drei werden rings von jungen Faltengebirgen umschlossen, die sie besonders auch von Süden begrenzen. In Asien bilden die chinesischen nordöstlich streichenden Gebirge einen solchen Block von ausserordentlichen Dimensionen. Einen anderen stellt jedenfalls das Altaigebirge dar. Diese beiden schliessen mit dem Ural an das Angaramassiv sich an. Alt ist jedenfalls auch wenigstens teilweise das Gneisgebiet von Kambodscha, das innerhalb der jungen Faltungszone liegt. Südlich derselben finden wir endlich das grosse Massiv von Dekhan, das in seinem nordwestlichen Teile sich mit den grossen Massiven vergleichen lässt, insofern hier nur vorkambrische Faltungen im Arvaligebirge bekannt sind, während bei Madras und im Süden noch karbonische Störungen vorkommen[1]). Dieses Massiv könnten wir nach der späteren Erdgeschichte an Afrika angliedern, die kambrische spricht für eine Verbindung mit Australien, doch das längere Andauern des Faltungsprozesses im Osten lässt doch eine frühere Zugehörigkeit zum afrikanischen Massive wahrscheinlicher erscheinen, so dass dieses grösste aller Massive dadurch einen weiteren Zuwachs, insbesondere eine Verlängerung von ca. 15° erfahren würde. Auch spricht diese Tatsache dafür, dass die kambrische Trennung zwischen Indien und Afrika hindurch nur eine kurze Episode in der Erdgeschichte darstellte, und dass auch vor dem Kambrium schon wie später die indische Scheidelinie meist östlich von Indien verlief. In Nordamerika kommt als besonderer Block das Gebiet der Appalachien in Betracht, sowie vielleicht beträchtliche Teile von Alaska, wo zwischen Kotzebue und Norton-Sund archäische Gesteine vorherrschen. In Afrika sind archäische Schichten von Kamerun bis zum Oranjeflusse zusammenhängend verbreitet. Ein zweites Massiv scheint vom Nyassa-See bis zum Limpopo und darüber zu reichen. Ein drittes bildet den östlichen Teil von Madagaskar. In Südamerika haben wir einen alten Block im Gebiete der Sierren der Pampas, also wie bei den anderen Kontinenten in unmittelbarer Nähe des grossen Massives. In Australien endlich finden wir die archäischen Schichten besonders weit in Queensland verbreitet. Zu diesen alten Blöcken kommen endlich noch die archäischen Achsen der jungen Kettengebirge, wie der Alpen, des Kaukasus, Tienschan, Himalaya, auf Borneo, des Felsengebirges, der südamerikanischen Kordilleren, der Gebirge von Neuguinea, der neuseeländischen Alpen.

---

1) Suess, A. d. E. I. S. 518—519.

b) Entwicklung der Massive.

§ 178. **Massive.** Wir haben gesehen, dass die grossen Massive und wahrscheinlich auch viele von den grossen Blöcken sehr lange, zum Teil vielleicht seit archäischer Zeit, zumeist seit dem Silur nicht wieder vom Meere überspült worden sind. Während der ungeheuer langen Zeit, die seitdem vergangen ist, müssten aber die mächtigsten Gebirge vollkommen denudiert worden sein, wenn der Denudation nicht irgend eine Kraft entgegenwirken würde. Dies kann nur eine Hebung der Massive sein, wie sie Suess angenommen hat, insbesondere dürften die Gebiete innerhalb der Glintlinien fast andauernd ansteigende Schollen gewesen sein. Noch jetzt beobachten wir an der schottischen, skandinavischen und finnischen Küste eine negative Strandverschiebung, ebenso bei Labrador, Baffinland, sowie an der Nordküste Sibiriens. Dagegen sind die Küsten der südlichen Massive jetzt vielfach im Sinken begriffen. Wenn nun von den aufsteigenden Massiven grosse Massen von Gesteinen denudierend entfernt worden sind, so müssen dieser Denudation zuerst die Sedimentschichten zum Opfer gefallen sein, die die Massive bedeckten. Aus diesem Grunde können wir aus dem Fehlen paläozoischer Sedimente noch nicht sicher den Schluss ziehen, dass das Massiv während der betreffenden Periode Land war, immerhin können wir erwarten, dass wenigstens an einzelnen Stellen noch Reste in geschützter Lage erhalten wurden. Auf diese Weise dürften sich die paläozoischen Schollen erklären, die den skandinavischen und kanadischen Schild überlagern, und die selbst eine fast vollständige Überflutung der Massive während des älteren Paläozoikums möglich erscheinen lassen, wie wir sie für das Angaramassiv sicher annehmen müssen. Ebenso dürften in Afrika, Südamerika und Australien die paläozoischen Gesteine einst eine viel weitere Verbreitung gehabt haben.

§ 179. **Gesteine.** Was die Herkunft der archäischen Gesteine anlangt, so können wir wohl in den meisten derselben dynamometamorphische Umwandlungsprodukte sehen und das um so eher, als die Gneisformation überall auf der Erde uns gefaltet entgegentritt. Damit soll natürlich nicht geleugnet werden, dass die Gesteine zum Teil auch durch Kontakt metamorphosiert worden sein können. Ob aber die letztere Metamorphose eine so grosse Rolle gespielt hat, wie Lepsius ihr neuerdings zuschreibt[1], erscheint doch noch etwas zweifelhaft. Einzelne Gneise mögen eruptiver Natur sein und erst nachträglich die Schieferung angenommen haben, für die Mehrzahl derselben können wir aber diese Erklärung kaum annehmen. Eines ist allerdings zu beachten. Wir können nicht von vornherein annehmen, dass alle Gneise wirklich aus der Gneisformation stammen. Durch intensiven Druck

---

[1] Lepsius, Geologie von Deutschland und den angrenzenden Gebieten. III. Teil, Das östliche und nördliche Deutschland. Lief. 1. Leipzig 1903.

mussten auch jüngere Gesteine metamorphosiert werden können, so dass wir neben den archäischen auch altpaläozoische Gneise erwarten können, ebenso wie es neben den tertiären und quartären Tonen auch paläozoische in Gebieten gibt, die seit dieser Zeit keinem Faltungsprozesse unterlagen, wie es z. B. bei der russischen Tafel der Fall war. In dieser Beziehung werden also die Gneisvorkommnisse einer kritischen Sichtung bedürfen und insofern ist die Lepsiussche Ansicht, die so wesentlich von der schulmässigen Auffassung abweicht, dankbar zu begrüssen.

3. Periodische geologische Erscheinungen.

§ 180. Wenn wir nun zur Besprechung einiger Erscheinungen übergehen, die in der Geschichte der Erde wiederholt in den Vordergrund treten, während sie in anderen Perioden nicht oder nur in geringem Masse nachzuweisen sind, so müssen wir an erster Stelle die Eiszeiten erwähnen, die die letzte grosse Umwälzung der Lebewelt der Erde gebracht haben. Gehen wir in der Geschichte der Erde weiter zurück, so treffen wir auf massenhafte vulkanische Eruptionen und auf lebhafte gebirgsbildende Tätigkeit. Endlich beobachten wir wiederholte grossartige Transgressionen, die ebenfalls periodenweise zu beobachten sind. Endlich werden wir nach einer gesetzmässigen Anordnung dieser grossartigen Ereignisse suchen.

a) Die Eiszeiten.

§ 181. Diluvium. Das letzte grosse Ereignis der Erdgeschichte war die diluviale Eiszeit, während der ausgedehnte Landgebiete mit wahrscheinlich 1000—2000 m mächtigem Inlandeise bedeckt waren. Dieses war am mächtigsten auf dem nordamerikanischen und dem europäischen Urmassive entwickelt, die fast vollständig unter dieser Eisdecke verschwanden. Da das kanadische Massiv mehr als doppelt so gross ist als das skandinavische, so konnte natürlich auch die nordamerikanische Eismasse etwa die doppelte Ausdehnung besitzen. Verfolgen wir die Verbreitung des Eises während des Maximums der Entwicklung im einzelnen, so sehen wir, dass das nordamerikanische Inlandeis nach Süden über den Rand des Massivs in das Mississippibecken bis fast an den Ohio übergriff, ebenso im Osten in das Gebiet von Neufundland und den nördlichen Alleghanies. Im Westen vereinigten sich mit dem Massiveis die Inlandeismassen von Alaska und dem nördlichen Felsengebirge. Auch das Eis in der Umgebung der Anadyrbucht schliesst sich jedenfalls an diese Eiskappe an, in der wir mehrere Ausstrahlungspunkte annehmen müssen, von denen wir einen in Grönland, einen anderen auf Labrador lokalisieren können. Ein dritter muss westlich

der Hudsonbai gelegen gewesen sein, da im Seengebiet nördöstliche und nordwestlich gerichtete Schrammen sich zeigen. Auch im Felsengebirge müssen wir wohl mindestens ein selbständiges Verbreitungszentrum annehmen. Dieses nordamerikanische Inlandeis hat vermutlich auch mit dem skandinavischen wenigstens zeitweise in Verbindung gestanden, sind doch alle zwischenliegenden Inseln, Island wie die Färöer, aber auch Jan Mayen, Spitzbergen und Franz Joseph-Land von Inlandeis bedeckt gewesen. Innerhalb des mindestens 6'000000 km² bedeckenden europäischen Inlandeises waren die Hauptzentren die Färöer, Schottland, Skandinavien, sowie das Timangebirge und der nördliche Ural, auch Nowaja Semlja lag unter Eismassen begraben. Dieser gewaltigen nordischen Inlandeisentwicklung stand eine vielleicht nicht geringere im Südpolargebiete gegenüber. Ausser auf der Antarktis war das Eis besonders mächtig in Patagonien und Südchile entwickelt, und das hier sich findende Inlandeis hätte möglicherweise mit dem nahe benachbarten antarktischen in Verbindung stehen können, wenn sich dies auch jetzt schwer bestimmen lässt. Jedenfalls trugen auch die Falkland-Inseln und Südgeorgien ebenfalls Inlandeis. Zu diesen grossen Vergletscherungszentren kamen noch zahlreiche kleinere, die sich besonders an die Gebirge anschliessen. In Nordamerika finden wir lokale Vergletscherungen in der Sierra Nevada, im Felsengebirge und auf dem Plateau von Anahuac. Zahlreicher mussten die Firnfelder noch in Europa sein, das in seinen zerstreuten Gebirgen viele Vergletscherungszentren bot. Am mächtigsten entwickelt war das alpine Eis. Von den tertiären Faltengebirgen trugen ferner Gletscher die Pyrenäen, die Sierra Nevada, die Abruzzen, die Tatra, die Karpathen, die Transsylvanischen Alpen, der Balkan, der Kaukasus. Bei den älteren Gebirgen sind Gletscher nachgewiesen worden in der Sierra Guadarrama, auf Korsika, auf dem französischen Zentralplateau, im Wasgenwald, im Schwarzwald, im Taunus und im Odenwald, im Böhmerwald, im Harz, im Erzgebirge, im Riesengebirge, im mährischen Gesenke[1]). In Asien schliessen sich an die europäischen Vorkommnisse die Vergletscherungen des Erdschias, des Libanon, des Sinai, des Ararat und des Demawend an. Ein selbständiges Eisgebiet stellt das innerasiatische Hochland dar, wo der Himalaya, Karakorum, Kuenlun, Nanschan und Tien Schan stark vergletschert waren. Dagegen wiesen das Altaigebirge und das Sajanische Gebirge nur mässige Gletscher auf, und in dem jetzt kältesten Gebiete Sibiriens fehlen die Spuren einer alten Inlandeisbedeckung gänzlich, jedenfalls infolge der ausgesprochenen Trockenheit, war doch damals durch den grönländisch-schottischen wie den Alaska-Anadyr-Eisriegel das arktische Meer noch mehr als jetzt von einer Zufuhr warmen Wassers abgesperrt, so dass es noch weniger die angrenzenden

---

1) Partsch, Die Eiszeit in den Gebirgen Europas zwischen dem nordischen und dem alpinen Eisgebiet. Geogr. Zeitschrift 1904. S. 657—665.

Länder mit Feuchtigkeit versorgen konnte. Erst die de Long-Inseln scheinen wiederum eisbedeckt gewesen zu sein, so dass die nördliche diluviale Eiskappe sehr exzentrisch zum Erdpole lag. Kleinere Gletschergebiete fanden sich endlich auch in Nordkorea und auf Hondo, sowie im unteren Amurgebiet. Unter den Süderdteilen besass Südamerika ausser dem patagonischen Inlandeise Gletscher in der Sierra Nevada de Sta. Marta, in den Kordilleren von Kolumbien, Ecuador, Peru und Bolivia, sowie im brasilischen Gebirge in der Sierra do Mar. In Afrika schliesst sich der Atlas an die europäische Vergletscherung an. Selbständige Gebiete müssen wir im Kilima-Ndscharo, den Bergen von Mozambique und in den Kathlambabergen des Basutolandes sehen. Im Indischen Ozean waren Kerguelenland und die Heard-Insel vergletschert, in Australien trug die Kosciuskogruppe Gletscher, besonders entwickelt war aber das Eis auf der Südinsel von Neuseeland. (Vergl. Karte 22.)

Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich, dass von einem Alternieren der Eiszeiten auf beiden Halbkugeln nicht die Rede sein kann, dass wir also in dieser Hinsicht von einer Periodizität derselben nicht sprechen können. Denn wie im Norden so steht auch im Süden die jetzige Vergletscherung weit hinter der diluvialen zurück, wie besonders durch die Untersuchungen von Hans Meyer nachgewiesen worden ist. Wir sehen uns deshalb gezwungen, einen bipolaren Verlauf der Eiszeiten anzunehmen, und damit scheiden alle Erklärungsversuche aus, die einen alternierenden zur Voraussetzung haben, wie die Erklärung aus der Präzession. Dagegen beobachten wir in anderer Beziehung eine Periodizität, indem Zeiten starker Vergletscherung mit solchen eines wärmeren Klimas wechseln. Fast allgemein sind drei Vereisungen nachgewiesen worden, lokal sogar noch mehr wie z. B. in den Alpen, wo vier Vergletscherungen unterschieden werden müssen. Man hat aus diesem Grunde nach allgemeinen Ursachen dieser Periodizität gesucht und diese teils als terrestrische, teils als kosmische angesehen. Sicherlich ist es aber nicht nur eine Ursache, die die Eiszeiten und ihren Wechsel herbeigeführt hat.

Unter den kosmischen Ursachen ist zunächst die Annahme zu erwähnen, dass das Sonnensystem durch kältere und wärmere Gegenden des Weltenraumes käme. Dagegen scheint mir aber die verhältnismässig kurze Periode des Klimawechsels im Diluvium zu sprechen, könnte eine Erwärmung des Weltenraumes doch nur durch benachbarte grosse Weltkörper hervorgerufen werden. Die Translation der Sonne ist zwar gross genug, um etwa in 23100 Jahren den Weg bis zu α-Centauri, dem uns nächsten Fixstern zurückzulegen, aber bei der grossen Entfernung ist es doch unwahrscheinlich, dass so leicht noch dazu mehrmals hintereinander eine so grosse Annäherung zwischen ihnen stattfinden sollte, dass eine Wärmewirkung eintreten könnte. Auch würden dadurch nur die Interglazialzeiten ungezwungen sich erklären lassen. Die kosmischen Ursachen aber, die selbst periodischen

Schwankungen unterworfen sind, wie die Schiefe der Ekliptik, die Präzession und die Änderung der Exzentrizität der Erdbahn, können allein auf keinen Fall die Eiszeit erklären. Denn wären sie die einzige Ursache derselben, so dürften die Schwankungen nicht auf das Diluvium sich beschränken, sondern müssten auch in allen übrigen Formationen nachzuweisen sein, besonders auch im Tertiär, was bekanntlich nicht der Fall ist. Immerhin mögen diese kosmischen Schwankungen mitgewirkt und besonders den Wechsel der Glazial- und Interglazialzeiten hervorgerufen haben, was neuerdings Hildebrandt in seinem bereits zitierten Buche über die Eiszeiten eingehend zu begründen gesucht hat. Unter den kosmischen Schwankungen hat man die Änderung der Exzentrizität mit Recht an die Spitze gestellt. Es stehen sich aber hierbei zwei Ansichten diametral gegenüber. Croll[1]) und Geikie[2]) haben die Eiszeiten in die Zeit der Maxima der Exzentrizität verlegt, Hildebrandt setzt sie dagegen während der Minima an. Letztere Ansicht hat mehr Wahrscheinlichkeit für sich, denn bei wachsender Exzentrizität nimmt die Wärmemenge, die die Erde von der Sonne erhält, etwas zu[3]). Sind w_1 und w_2 die der Erde bei den Exzentrizitäten ε_1 und ε_2 zukommenden Wärmemengen, so gilt

$$w_1 \sqrt{1 - \varepsilon_1^2} = w_2 \sqrt{1 - \varepsilon_2^2}.$$

Setzen wir die jetzige, der Exzentrizität 0,0168 entsprechende Wärmemenge gleich 1, so erhalten wir für das Maximum der Exzentrizität 0,0694 die Wärmemenge 1,0023, für das Minimum 0,000 die Wärmemenge 0,99986. Die Erde kann hiernach 2,3 ‰ mehr und 0,14 ‰ weniger Wärme von der Sonne erhalten als in der Gegenwart. Da die jährliche Sonnenstrahlung auf einen cm^2 der Erdoberfläche auf 72000 Kalorien geschätzt wird[4]), so könnte diese auf rund 72200 Kal. steigen bezw. auf 71990 Kal. fallen. Immerhin kann die dadurch direkt hervorgerufene Temperaturerhöhung bezw. -erniedrigung nicht sehr bedeutend sein. Denn nehmen wir selbst an, dass ohne die Sonnenstrahlung die Oberfläche der Erde bis zum absoluten Nullpunkt sich abkühlen würde, so würde durch die Insolation eine Erwärmung von noch nicht 300° erzielt. Die oben erwähnten Insolationsänderungen würden dann direkt höchstens eine Temperaturänderung um $+0{,}69^0$ bezw. $-0{,}42^0$ bewirken können. Es kämen aber ausserdem auch die indirekten Ursachen in Betracht. Jedenfalls müssen bei geringer Exzentrizität beide Erdhälften ein übereinstimmenderes Klima besitzen als in der Jetztzeit, indem die Nordhalbkugel etwas wärmere Sommer und etwas kältere Winter, die

---

[1]) J. Croll, Climate and Time in their Geological Relations. 4th. ed. London 1890. p. 9.

[2]) Geikie, The great Ice Age and its Relation to the Antiquity of Man. 3th ed. London 1894. p. 791.

[3]) J. Hann, Handbuch der Klimatologie. 2. Aufl. Stuttgart 1897. I. S. 370.

[4]) Trabert, Meteorologie. Leipzig 1901. S. 34.

Südhalbkugel noch kühlere Sommer und mildere Winter haben müsste als jetzt, indem der Nordsommer verkürzt, der Nordwinter verlängert wird. Gleiches findet auch in der Gegenwart statt, da wir in einer Periode abnehmender Exzentrizität leben. Die gleiche Erscheinung wird übrigens auch durch die Präzession bewirkt, indem seit 1248 die Erde während des Wintersolstitiums nicht mehr im Perihel ist, vielmehr während desselben sich immer mehr von der Sonne entfernt, was ebenfalls eine Verkürzung des Sommers bewirkt[1]. Beide Ursachen mögen zusammen die geringen Klimaschwankungen hervorgerufen haben, die man namentlich in der Verbreitung des Weinbaues erkennen will.

Neben den kosmischen Ursachen müssen aber zweifellos auch terrestrische wirksam gewesen sein. Die Annahme eines schwankenden Kohlensäuregehaltes der Luft, wie sie de Marchi[2] und Svante Arrhenius[3] aufstellten, hat zu wenig reelle Grundlagen. Dagegen lässt sich Harboes[4] Annahme einer grössere Luftfeuchtigkeit infolge des tertiären Vulkanismus nicht jede Berechtigung absprechen, wie Hildebrandt es tut. Wir werden auf diese Frage noch zurückzukommen haben. Die Eiszeit durch eine Ablenkung des Golfstromes erklären zu wollen, ging nur an, als man die südliche Eisentwicklung noch nicht kannte. Sie hätte überhaupt nur die skandinavische Vereisung ungezwungen erklärt, schon bei der nordamerikanischen stossen wir dagegen auf Schwierigkeiten. Folgerichtiger ist die Ansicht, dass am Äquator eine Wasseranhäufung stattgefunden habe. Dann musste die Temperaturerhöhung der Erde eine geringere sein, ein grösserer Teil der Wärme musste als Verdampfungswärme gebunden werden. Wir erhalten also im allgemeinen eine kühlere und feuchtere Atmosphäre, wie wir sie als eine Grundbedingung der Eiszeit anzusehen gewöhnt sind. Eine Anhäufung der Meere am Äquator kann nur durch eine Beschleunigung der Rotationsgeschwindigkeit erzielt werden und aus diesem Grunde nimmt Hildebrandt an, dass bei grosser Exzentrizität der Erdbahn die Rotation der Erde langsamer sei als bei kleiner. Als retardierendes Moment kommt die Flutwelle in Betracht. Es lässt sich nun durch eine einfache Rechnung einsehen, dass die Flutwelle bei grosser Exzentrizität stärker werden muss, als bei geringer, infolgedessen muss tatsächlich bei derselben die Rotation etwas verlangsamt werden und insofern hat Hildebrandt recht. Wenn nun hier auch der Unterschied grösser ist als bei der Wärme, so dürfte er doch kaum hinreichen, grosse Massenumsetzungen des Meerwassers zu bewirken. Denn da für die Zentrifugalkraft F die Formeln gelten

---

[1] Hildebrandt, Eiszeiten. S. 105.

[2] L. de Marchi, La cause dell' era glaciale. Pavia 1895.

[3] Arrhenius, On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground. Philosoph. Magazin. 5th ser. Vol. 41. p. 237.

[4] Harboe, Vereisung und Vulkanismus. Zeitschrift der geologischen Gesellschaft. 1898. S. 441—461.

$$F = \frac{mv^2}{r} = mr\omega^2 = mr \cdot \frac{4\pi^2}{t^2},$$

worin m die Masse des Körpers, v seine Längen-, ω seine Winkelgeschwindigkeit, r den Mittelpunktsabstand und t die Umdrehungszeit bedeutet, so verändert sich die Zentrifugalkraft bei einer Rotationsveränderung um eine Sekunde nur um 0,01 ‰. Doch ganz abgesehen davon können wir eine wesentlich andere Verteilung von Land und Meer als die jetzige während der Quartärzeit, wie wir sahen, gar nicht annehmen, da wir sonst marine Ablagerungen in den Tropenländern weit verbreitet finden müssten, was nicht der Fall ist. Andererseits finden wir den in warmer Zone gelegenen mittelmeerischen Gürtel im Eozän sehr stark entwickelt, in dem wir gerade für Europa eine besonders hohe Temperatur annehmen mussten. Wir sehen also, dass weder der geringere Wärmezufluss während der Exzentrizitätsminima noch die weniger verlangsamte Rotation hinreicht, die Eiszeit zu erklären. Diese kosmischen Perioden mögen die Entstehung einer Eiszeit begünstigt und besonders die einzelnen Perioden veranlasst haben, deren Abwechslung sonst sich nur sehr schwer erklären lässt, die Hauptursache der Eiszeit muss auf einem anderen Wege gesucht werden, wie wir in den folgenden Abschnitten sehen werden.

Wenn wir die genannten kosmischen Vorgänge als die Ursachen ansehen, die das Auf- und Abschwenken des Klimas auslösten, so bietet sich uns darin eine Möglichkeit, die Chronologie der Eiszeit festzustellen. Hildebrandt hat dies versucht, indem er die Stockwellschen Exzentrizitätstabellen für über 4000000 Jahre seinen Berechnungen zugrunde legte und kommt zu folgenden Resultaten[1]:

	Jahre vor der Gegenwart (1850 n. Chr.):	Dauer:
Postglazialzeit = Turbarian + Forestian	30000— 1500	28500
4. Eiszeit = Mecklenburgian + (Polandian)	55000— 30000	25000
3. Interglazialzeit = Neudeckian + (Helvetian)	250000— 55000	195000
3. Eiszeit = Polandian + (Saxonian)	265000—250000	15000
2. Interglazialzeit = Helvetian	385000—265000	120000
2. Eiszeit = Saxonian	425000—385000	40000
1. Interglazialzeit = Norfolkian	510000—425000	85000
1. Eiszeit = Scanian	530000—510000	20000

Auffällig ist die kurze Dauer der eigentlichen Eiszeiten, die durchschnittlich nur 25000 Jahre beträgt gegen 133000 Jahre bei den Interglazialzeiten. Die kleinsten Exzentrizitäten betragen von unten gerechnet 0,0016; 0,0103; 0,0111; 0,0099, stehen also nicht wesentlich hinter den

1) Hildebrandt, Eiszeiten. S. 54—65. 127.

jetzigen Zahlen zurück, wie wir uns überhaupt nach Hildebrandt wieder einer Eiszeit nähern, die in etwa 10000 Jahren eintreten und um das Jahr 24000 zu dem Minimum 0,0038, also einem sehr tiefen, führen soll. Es lässt sich nicht leugnen, dass verschiedene Tatsachen, die Hildebrandt anführt, zu seinen Berechnungen sehr gut passen, immerhin können wir die Resultate vorläufig nur mit einer gewissen Reserve annehmen.

Besonders scheinen die Eiszeiten nach seiner Berechnung zu sehr verkürzt zu sein. Die Abschmelzung der mächtigen Eismassen muss viel langsamer vor sich gegangen sein, als er es darstellt. Während er sonst die ruhige Entwicklung betont, erlebt er hier einen Rückfall in die Katastrophentheorie. Durch den wie ein deus ex machina erscheinenden Golfstrom werden die Eismassen der letzten Eiszeit plötzlich erst in Nordamerika und dann noch rascher in Europa zum Schmelzen gebracht. Dadurch entstehen die in Sagen besungenen grossen Fluten, als letzte die noachitische und die deukalionische, infolge der einseitigen Entlastung der Erdkruste versinken Atlantis und Antarktis, sowie der pazifische Kontinent, dessen Senkung Hildebrandt sogar aus den Bohrungen auf Funafuti auf etwa 256 m zu berechnen sucht. Bei einem solchen katastrophenartigen Versinken würden wohl aber die Korallen keine Zeit gehabt haben, mit dem Sinken der Erdscholle Schritt zu halten, ganz abgesehen von anderen Unwahrscheinlichkeiten, wie von dem Überfliessen des aralokaspischen Meeres nach Armenien, das allerdings Hildebrandt in einer Nachschrift selbst als überflüssig bezeichnet und damit auf die Verteidigung des Wortlautes der Genesis verzichtet. Wir werden von diesen Katastrophen abzusehen haben und bei der letzten Eiszeit wie bei den anderen ein ruhiges Abschmelzen annehmen, das natürlich mit der Zeit sich beschleunigte, je geringer die wärmebindende Eisoberfläche wurde, und je höher das Meeresniveau durch den Schmelzwasserzufluss sich hob. Schätzen wir die gesamte Ausbreitung des Eises auf 40'000000 km² und die durchschnittliche Dicke auf 1000 m, so müsste das Meer bei seinem Abschmelzen um etwa 100 m ansteigen, was eine allgemeine Temperaturerhöhung von etwa 0,5° C zur Folge hat. Die längste Zeit zur Abschmelzung, 50—60000 Jahre, hat nach Hildebrandt das Eis der zweiten Eiszeit gebraucht und ihr folgt die letzte mit 20—25000jähriger Abschmelzung, während die anderen noch rascher abgeschmolzen sein sollen. Nach dem Masse der Exzentrizität hätte die erste Eiszeit die stärkste sein müssen, was tatsächlich in den Alpen der Fall ist, Hildebrandt muss demnach ausser dem Vorhandensein der von ihm verteidigten kosmischen auch noch andere Ursachen für die Eiszeit einräumen.

§ 182. **Perm.** Wollen wir die Frage nach der Ursache der Eiszeit richtig beantworten, so dürfen wir nicht ausschliesslich die diluviale ins Auge fassen, sondern auch in früheren Erdperioden nach Eiszeitspuren suchen. Wir finden diese zuerst in den permokarbonischen

Schichten der Gondwanafazies[1]), deren Verbreitung sich an den Indischen Ozean anschliesst. Am Grunde der Schichten, die die genannte Fazies bilden, finden wir grobe Konglomerate, die sich durch geschrammte und fazettierte Geschiebe, durch Schrammung des Grundgesteins und durch regellose Verteilung von grossen Blöcken in kleinkörniger Grundmasse als wahrscheinlich glazialer Natur ausweisen, wenn auch lokal an Bergstürze gedacht werden könnte, die aber kaum so weit ausgedehnte Schichten hätten liefern können. In Australien finden sich diese Schichten in Tasmanien, Victoria, Südaustralien, Neusüdwales und Queensland. In Ostindien gehören hierher die Talchirkonglomerate, sowie die auf dem untersten Kambrium aufliegenden Schichten der Salt Range, die zum Teil auch marine Reste aufweisen. Endlich gehören zweifellos hierher die Dwykakonglomerate von Südafrika, die eine sehr ausgedehnte Verbreitung besitzen, und unter den jüngeren Karooschichten den grössten Teil von Kapland, Natal und der Oranjeflusskolonie einnehmen. Auch am Grunde der südamerikanischen permokarbonischen Schichten finden sich ähnliche Konglomerate, doch ist deren glaziale Natur nicht gesichert. Endlich sind in England permische Konglomerate nachgewiesen worden, die bereits 1855 von Ramsay als Glazialgebilde angesehen und die 1894 aufs neue von Oldham mit den indisch-australischen Vorkommnissen verglichen wurden. Dazu kommen Schiefer aus dem Kulm des Frankenwaldes, sowie Konglomerate aus Kärnten und vom französischen Zentralplateau. Immerhin können wir aus diesem vereinzelten Vorkommen noch keine weittragenden Schlüsse ziehen. Vielleicht waren glaziale Schichten aber einst weiter verbreitet und sind nur denudiert worden.

Auch in der permokarbonischen Eiszeit scheint ein ähnliches klimatisches Schwanken stattgefunden zu haben, wie im Diluvium. Dafür spricht einmal die Tatsache, dass zwar in Südaustralien ebenso wie im übrigen Australien die Druckwirkung des Eises meist nordwärts stattgefunden haben muss, doch kommen auch Schrammen vor, die durch eine ostwestliche, sowie solche, die durch eine westöstliche Eisströmung verursacht sein müssen. Geringere Richtungsschwankungen sind auch in Victoria zu beobachten. Wir können diese Erscheinung kaum anders erklären, als dass das Zentrum der Vereisung zu verschiedenen Zeiten an verschiedenen Stellen gelegen habe. In Neusüdwales sind zwei Eiszeiten mit einer wärmeren Interglazialzeit nachgewiesen[2]).

Eine grosse Schwierigkeit in der Erklärung der permokarbonischen Eiszeit bieten überhaupt die Schrammungsrichtungen. In Südafrika sind diese von dem archäischen Gebiete nördlich des Vaal nach Süden und Südosten gerichtet, wir müssen also hier das Zentrum der Vereisung in den hier gelegenen Ländern vermuten. In den Talchir-

[1]) Penck, Die Eiszeiten Australiens. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde in Berlin. Bd. 35. 1900. S. 239—271.

[2]) Frech, Lethaea Palaeozoica II, S. 626.

schichten von Chándá weisen die Schrammen nach Nordosten, auch hier ist also das Eis polwärts geflossen. In beiden Fällen müssen wir daher ein Hochgebirge als Zentrum der Bewegung ansehen. Solche müssen tatsächlich damals hier vorhanden gewesen sein. Denn sowohl ganz Südafrika wie auch Südindien hat im Karbon noch lebhafte Faltungen erfahren, jetzt freilich sind die damals gebildeten Hochgebirge ebenso denudiert wie die variskischen Alpen und die aremorikanischen Pyrenäen. Vom Hochgebirge stammen jedenfalls auch die Eismassen, die die nach Westen gerichteten Schrammen in Südaustralien verursachten. Ebenso könnten die südamerikanischen Konglomerate von den ebenfalls karbonischen Pampassierren, und die Südenglands von den aremorikanischen Bergen herrühren. Es verbleiben also nur zwei Schrammungsrichtungen Australiens zu erklären, und wir brauchen keineswegs für das Perm ein das ganze Gebiet des Indischen Ozeans bedeckendes Inlandeis anzunehmen und dieses etwa durch eine Polverschiebung zu erklären suchen. Die grösste Eisentwicklung fand jedenfalls südlich von Australien statt, und hier könnte es zu einer Inlandeisausbildung gekommen sein. Doch glaube ich kaum, dass die hier gelegenen Eismassen mit dem antarktischen Eise in Verbindung standen, müssten wir doch dann eine stärkere Vereisung annehmen als im Diluvium, während doch alle Tatsachen dafür sprechen, dass die permische weit hinter der diluvialen Eiszeit zurückstand. Wahrscheinlicher erscheint mir aus später zu erörternden Gründen, dass das karbonische Australische Gebirge im Süden umbiegend das australische Massiv umfasste und die nordwärts und ostwärts fliessenden Eisströme aussandte, beziehentlich die Ursache von Eisdriften wurde. Wir hätten dann alle Gletscherwirkungen der Permzeit auf Gebirgsgletschereis zurückgeführt.

Wenn auch die permische Periode keine so grosse klimatische Depression zeigt als das Diluvium, so ist die geringere Temperaturerniedrigung doch nicht ohne Einfluss auf die Lebewelt der Erde geblieben. Fauna und Flora des Perm sind dem Karbon gegenüber geradezu ärmlich, wie folgende Zusammenstellung der fossilen Tiergattungen nach Zittels Handbuch zeigt, die bis auf kleine Abweichungen in den Bryozoen genau ist. Es finden sich Gattungen

	im Devon:	Karbon:	Perm:	Trias:	Jura:
Vertebrata	76	237	139	122	221
Tracheata	6	79	4	17	180
Crustacea	38	56	13	19	53
Cephalopoda	25	19	7	55	55
Glossophora	55	53	10	56	92
Lamellibranchiata	65	59	24	60	91
Molluscoidea	66	64	25	23	50
Echinodermata	65	89	5	8	77
Vermes	9	6	1	3	15
Coelenterata	55	51	3	31	146
Protozoa	6	22	9	21	43

Wir sehen also fast durchgängig eine auffällige Verarmung der Tierwelt, die nicht bloss auf die Gesteinsfazies zurückgeführt werden kann; bilden doch die permischen Gattungen noch nicht 33% der karbonischen und auch nur 58% der triasischen. Von der Trias findet dann wieder eine allmähliche Zunahme der Gattungen bis zum Tertiär statt. Bei den Pflanzen ist besonders das Zurücktreten der Sigillarien und Lepidodendren zu erwähnen. Dafür hat die kühlere Temperatur aber auch neue höhere Pflanzen emporgebracht. Wir haben schon erwähnt, dass die Koniferen und Cykadeen jedenfalls vom Gondwanaland die Welt eroberten, in dem sie zuerst auftraten. Ausserdem entwickelten sich aber nach unserer Annahme hier auch die modernen Reptilien wie die Säugetiere. Insbesondere dürfte die Warmblütigkeit der letzteren dieser kühlen Periode entstammen, wie auch jedenfalls die Dinosaurier ebenfalls hier eine Temperaturregulierung erhielten. Die Temperaturerhöhung des Blutes war erst sicher nur gering, besitzen doch die Kloakentiere noch jetzt eine niedrigere Bluttemperatur als die Plazentalier. Lange Zeit blieben beide Tiergruppen auf dieser Stufe fast stehen, nur die Pterosaurier und Vögel dürften die Bluttemperatur bereits im Jura höher gesteigert haben. Die Säugetiere hatten sich langsam weiter entwickelt und zwar infolge ihrer Kleinheit und daher relativ grösseren Oberfläche die Bluttemperatur rascher gesteigert als die meist grossen Dinosaurier. Infolgedessen mussten sie, während sie in warmen Perioden vor diesen keinen wesentlichen Vorteil voraus hatten, bei einer auch nur geringen Abkühlung ihnen überlegen sein. Auf diese Weise können wir uns vielleicht ihren überraschenden Sieg über die Reptilwelt erklären. So hat also die Erde der permischen Eiszeit die Warmblütigkeit der höheren Wirbeltiere, also diejenige Eigenschaft zu verdanken, die allein das Tier unabhängiger von klimatischen Einflüssen machen kann, die die notwendige Vorbedingung für die glänzendste Entfaltung der Tierwelt war und die während der diluvialen Eiszeit, beziehentlich schon in der ihr vorausgehenden pliozänen Abkühlung in der Entwicklung des Affenmenschen zum Menschen gipfelte.

§ 183. Devon. Auch im Devon scheinen Eiswirkungen bereits vorhanden gewesen zu sein. Im Old red Schottlands finden sich wie im Diluvium und Perm gekritzte Geschiebe, die nicht im Wasser abgelagert sein können[1]). Wie die permischen schliesst auch dieses allerdings vereinzelte Vorkommen an ein vordevonisches Hochgebirge sich an, an das kaledonische Faltensystem. Für eine kühlere Periode im Devon spricht auch wieder dessen Fauna, die nur 67% der Zahl der silurischen und 63% der der karbonischen Gattungen ausmacht. Auch hier beobachten wir den Rückgang bei fast allen Tierkreisen, es finden sich Gattungen

[1]) Neumayr, Erdgeschichte. 1. Aufl. II. S. 133.

	im Silur:	im Devon:
Vertebrata	22	76
Arthropoda	114	44
Mollusca	125	145
Molluscoidea	104	66
Echinodermata . . .	152	65
Vermes	38	9
Coelenterata	134	55
Protozoa	7	6

Übrigens fällt auch ins Devon ein wichtiges Stadium der Wirbeltierentwicklung, die Ausbildung der ersten Amphibien und Reptilien. Wenn diese auch nicht infolge der niederen Temperatur Landtiere geworden sind, so haben sie sich doch jedenfalls infolge derselben rascher und höher entwickelt.

§ **184. Silur.** Während der Zeit, die vom Anfang der unterpermischen bis zu dem der diluvialen Eiszeit verstrich, wurden ungefähr 7500 m mächtige Sedimente abgelagert. Gehen wir vom Anfange der permischen Eiszeit um eine ungefähr entsprechende Zeit rückwärts, so gelangen wir zur devonischen Eiszeit. Ein weiterer Schritt bringt uns ins Silur und merkwürdigerweise treffen wir hier wieder auf glaziale Anklänge[1]). Im südwestlichen Schottland finden sich in feinkörnigen Schiefern grosse Blöcke von Granit und Gneis, die erst auf den Hebriden als felsbildende Gesteine auftreten. Von hier können sie kaum anders als auf Eisbergen oder auf Gletschern nach dem Süden gelangt sein, da es Treibholz noch nicht gab. Auch hier haben wir wieder ein älteres Hochgebirge im Hebridenzuge vor uns, das das Zentrum der Vergletscherung gebildet haben dürfte.

§ **185. Präkambrium.** Sollten damit die Eiszeiten der Erde erschöpft sein? Wir können uns kaum des Gedankens erwehren, dass es auch noch ältere gegeben haben könnte, vielleicht an der Grenze des Algonkium und Kambrium, wohin uns der nächste Schritt führen würde. Konglomerate sind in diesem Horizonte weit verbreitet, freilich sind glaziale Spuren in ihnen bis jetzt noch nicht festgestellt worden. Gleiches gilt auch vom Beginn des Algonkiums, wo grobe Konglomerate z. B. in Labrador, Grönland, Spitzbergen, Nordschottland und Sibirien sich finden. Auch gehören ihnen jedenfalls die zweifellos glazialen Gaisaschichten in Nordnorwegen am Varanger Fjord an[2]). Keine dieser alten Eiszeiten scheint so intensiv gewesen zu sein als die jüngste, aber eine gewisse Periodizität ist doch nicht zu verkennen. Vielleicht ist an dieser die Periode von 1'450000 Jahren beteiligt, die nach Stockwell in den Exzentrizitätsschwankungen zu beobachten ist. Wenn wir die Mächtigkeit der Schichten der verschiedenen Formationen ohne

---

1) Neumayr, Erdgeschichte. 1. Aufl. II. S. 107.
2) Frech, L. P. II. S. 621—624.

weiteres mit einander vergleichen könnten, so würden wir als Periode der Eiszeiten etwa 12 Exzentrizitätsperioden = 17'400000 Jahren ansetzen können. Denn da den 500000 Jahren des Diluviums ca. 200 m Schichten entsprechen, so entsprechen der grossen Periode 6960 m, also rund 7000 m. Die Lage der einzelnen Eiszeiten ergibt sich dann aus folgender Zusammenstellung, in der wir bei den vielfachen von 7000 m Eiszeiten ansetzen müssen [1]).

Ablagerungen bis Anfang des Diluviums:			Eiszeiten:
Diluvium	0 m		diluviale Eiszeit.
Perm — Tertiär	7 000 m	7 000	permische Eiszeit.
Karbon	11 500 m		
Devon	18 000 m	14 000	devonische Eiszeit.
Silur	24 500 m	21 000	silurische Eiszeit.
Kambrium	27 500 m	28 000	präkambrische Eiszeit.
Algonkium	34 000 m	35 000	archäische Eiszeiten?
Urschiefer	42 000 m	42 000	
Urgneis	72 000 m		usw.

b) Vulkanische Eruptionen.

§ 186. **Eruptionsperioden.** Wenn wir die Verteilung der vulkanischen Eruptionen auf die einzelnen geologischen Perioden betrachten, so sehen wir, dass zwar keine Formation absolut frei von vulkanischen Ausbrüchen ist, dass diese sich aber in gewissen periodischen Abständen anhäufen. Die letzte derartige Maximalperiode reicht vom Tertiär bis zur Jetztzeit, ist aber schon stark in der Abnahme begriffen. In sie fallen die Eruptionen der meisten Trachyte, Phonolithe, Andesite und Basalte. Dass im Diluvium noch mächtige Lavaströme sich bildeten, haben wir bereits bei der Besprechung Islands erwähnt. Ausserdem muss aber die vulkanische Tätigkeit in den Ländern angedauert haben, die im Tertiär und in der Jetztzeit eruptive Erscheinungen zeigen. Die tertiären Eruptionen fallen meist in die jüngere Tertiärzeit. In ihr begann die Bildung der mächtigen vulkanischen Decken von Grönland, Jan Mayen, Island, den Färöer, den Shetland-Inseln, den Hebriden, Schottland und Irland, die ein arktisches Vulkangebiet bilden, an das noch die Vorkommnisse östlich von Spitzbergen und auf Franz Joseph-Land sich anschliessen. Das skandinavische Massiv ist frei von jungvulkanischen Störungen, dagegen sind diese häufig in den europäischen Mittel- und Hochgebirgen. In Deutschland gruppieren sie sich um den 50. Breitengrad: Eifel, Vogelsberg, Rhön, Duppauer Gebirge, böhmisches Mittelgebirge, Lausitz. Ausgedehnter sind die Eruptivmassen im Zentralplateau von Frankreich, sowie diejenigen, die sich an den Karpathenzug, die Gebirge der Balkanhalbinsel und an die Apenninen anlehnen.

---

[1]) Vergl. hierzu § 197—198.

Im Gegensatz zu dem skandinavischen Massiv weist das Angaramassiv ausgedehnte vulkanische Decken im Gebiete der unteren Tunguska auf. Diese übertreffen an Grösse selbst Island beträchtlich. Spärlich sind sie in den alten Gebirgen um den Baikalsee herum, massenhaft treten sie wieder im Gebiete der jugendlichen Faltungen auf, besonders in Kleinasien, Armenien, im indischen Archipel und an den Gestaden des Grossen Ozeans. Endlich sind noch die über 300000 km² bedeckenden Basaltmassen Dekhans zu erwähnen, sowie die vulkanischen Massen der arabischen Insel. Diese wie die Mehrzahl der afrikanischen Vorkommnisse schliessen sich an den grossen ostafrikanischen Graben an, doch fehlen auch sonst weder im afrikanischen Tafellande noch auf Madagaskar alte Ergüsse. In Australien ist besonders das alte Faltenland, aber auch das westliche Massiv von Eruptionen durchbrochen, am stärksten aber das Gebiet des junggefalteten inneren Gürtels. In Nord- und Südamerika endlich sind die Eruptivmassen besonders an das junge Faltengebirge gebunden und bilden hier ungeheuer mächtige und weit ausgedehnte Decken, die kaum hinter denen Dekhans zurückstehen, bedeckten sie doch im Kaskadengebirge 640000 km² bei stellenweiser Mächtigkeit von 1200 m. Ausserdem finden sie sich vereinzelt im kanadischen Massiv wie auch in Brasilien. In der Antarktis endlich sind jungvulkanische Gesteine ausschliesslich auf der pazifischen Seite nachgewiesen worden. Wir sehen, es schliessen die vulkanischen Ausbrüche sich vorwiegend den jugendlichen Faltengebirgen an, ohne den älteren und den Massiven ganz zu fehlen. Während sie aber in den letzteren nach Linien sich anordnen, die mit den alten Faltungslinien gar nichts zu tun haben, wie in Mitteldeutschland oder in Ostafrika, schliessen sie sich im jungen Faltengebirgslande völlig dem Verlaufe der Gebirgsfalten an, ein Beweis dafür, dass sie mit der Gebirgsfaltung in ursächlichem Zusammenhange stehen. Die vulkanischen Massen der älteren Gebiete dagegen verdanken ihren Ursprung Einbrüchen, besonders den grossen Senkungen, die die mesozoischen Kontinente zerstückelten.

Während der mesozoischen Zeit sind vulkanische Eruptionen selten gewesen, wenn sie auch nicht ganz fehlen. So sind aus der Sierra Nevada Kaliforniens kretazeische vulkanische Gesteine bekannt, viele Andesite der Kordilleren sind von jurassischem Alter, im oberen Muschelkalk und im Keuper durchbrachen Porphyre, Melaphyre und Porphyrite die Schichten im Gebiete der Ostalpen. Eine grosse Eruptionsperiode finden wir aber erst im Perm und im Karbon, also wieder in der Nachbarschaft einer Eiszeit und zwar besonders ihr vorangehend. Porphyre, Porphyrite, Melaphyre, Diabase (im Karbon) waren es damals, die die Hauptmasse der Eruptivgesteine bildeten. Daneben fehlte in dieser Formation auch nicht die Bildung von Lakkolithen aus Granit, die wir natürlich aus der Tertiärzeit nicht kennen können, da die sie überlagernden Schichten nicht weit genug denudiert worden sind. Im Perm beschränken sich die Eruptionen hauptsächlich auf das Rotliegende,

in dem sie überhaupt ihre grösste Massenhaftigkeit erreichen. Im Karbon sind Deckenergüsse am häufigsten im oberen Karbon, während Granitintrusionen ausschliesslich dem unteren angehören. Doch fehlen den letzteren auch Deckenergüsse nicht, wie die 600 m mächtigen Lager von Diabasen und Porphyriten in Schottland. Diese Eruptivgesteine schliessen sich wiederum vorwiegend an die karbonischen Faltengebirge an, von denen im folgenden eingehender gesprochen werden soll.

Gehen wir zum Devon über, so spielen in diesem die Diabase eine grosse Rolle[1]). Diese sind grösstenteils submarin zur Ausbildung gelangt und wechsellagern infolgedessen mit marinen Schichten. Dieselben Verhältnisse finden wir auch im Silur wieder[2]). Dagegen sind aus dem Kambrium Diabase selten[3]). Vergleichen wir dies mit den Eiszeiten, so finden wir wiederum eine Übereinstimmung. Im Devon und Silur konnten wir Eiswirkung konstatieren, im Kambrium dagegen vermuteten wir keine Eiszeit.

Im Algonkium hatten wir wiederum eine Eiszeit angenommen. Hier finden wir auch wieder eruptive Gebilde mächtig entwickelt[4]), besonders in Nordamerika, wo neben Diabasen auch Gabbro, Porphyr, Porphyrit und Melaphyr vorkommt. Aus der Zeit des Archaikums kennen wir nur plutonische Gesteine. Doch ist es ganz undenkbar, dass damals nicht auch vulkanische Eruptionen stattgefunden hätten, bezw. dass die damals wahrscheinlich noch viel mächtigeren Ergüsse vollständig denudiert worden wären. Wir müssen daher annehmen, dass vielleicht ein Teil der sogenannten Tiefengesteine erst nachträglich vollkristallin geworden ist, und zwar durch die gleiche Druckmetamorphose, die die Gneise entstehen liess. Noch wahrscheinlicher aber erscheint die Annahme, dass viele Gneise metamorphosierte vulkanische Gesteine sind.

§ 187. **Beziehungen zu Eiszeiten.** Wir haben im vorangehenden gesehen, dass eine merkwürdige Übereinstimmung in der Periodizität der Eiszeiten und der vulkanischen Eruptionen besteht. Keine Eiszeit fällt in eine Periode, die nicht lebhafte vulkanische Tätigkeit zeigte, wie die folgende Parallelsetzung zeigt.

Eruptivperiode: {	Diluvium — Eiszeit.
	Tertiär.
	Zechstein — Kreide.
Eruptivperiode: {	Rotliegendes — Eiszeit.
	Oberkarbon.
	Unterkarbon.
Eruptivperiode:	Devon — Eiszeit.
Eruptivperiode:	Silur — Eiszeit.
	Kambrium.
Eruptivperiode:	Algonkium — Eiszeit.

1) Frech, L. G. II. S. 118—119.
2) Ebend. S. 61.
3) Ebend. S. 17.
4) Ebend. S. 1.

Wir können demnach seit dem Algonkium fünf Eruptivperioden, wie fünf Eiszeiten unterscheiden. Die ersteren scheinen sich immer mehr verkürzt zu haben, da sie sich durch die ältesten Formationen fast in ihrer ganzen Ausdehnung erstrecken; so dass sie Ablagerungen von ca. 6000 m Mächtigkeit entsprechen. Der permokarbonischen Eruptivperiode entsprechen dagegen noch nicht 4000 m Ablagerungen, der tertiären höchstens 1200 m. Letztere ist allerdings noch nicht abgeschlossen. Dementsprechend scheinen auch die Eiszeiten früher länger gedauert zu haben als im Diluvium, wenn auch ihre Intensität damals geringer war. Endlich fällt uns in der obigen Zusammenstellung auf, dass die Eiszeiten stets am Ende der Eruptivperioden eintreten. Es liegt nahe, hier einen inneren Zusammenhang zu vermuten. Die Eruptionen können zwar nicht allein die Eiszeiten verursacht haben, aber zweifellos haben sie zu ihrer Ausbildung mit beigetragen. Den Grund hierfür können wir einmal in den gewaltigen Wassermassen sehen, die durch die Eruptionen der Atmosphäre zugeführt werden und die eine grössere Luftfeuchtigkeit hervorbringen mussten, die Eisbildung dadurch befördernd. Ausserdem musste dann aber auch die Luft mehr Wärme absorbieren, da Wasserdampf, wie auch Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, schweflige Säure weniger diatherman sind als die Luft. Setzt man die Absorption für Luft gleich 1, so ergibt sich z. B. für eine gleichdicke Schicht Schwefelwasserstoff eine Absorption gleich 2100, für schweflige Säure gleich 8860[1]). Endlich können wir annehmen, dass die Diathermansie der Atmosphäre auch durch die feinen Ascheteilchen vermindert wurde, die durch die Eruptionen ihr einverleibt wurden. Dass diese jahrelang schwebend bleiben können, haben die optischen Erscheinungen bewiesen, die an den Krakatauausbruch sich anschlossen. Wenn ähnliche Katastrophen sich also oft wiederholten, so musste dauernd eine Trübung der Atmosphäre eintreten, die an sich natürlich zu einer Eiszeitbildung nicht hinreichend, doch die Einwirkung anderer Ursachen verstärken musste. Wir dürfen ja nicht vergessen, dass die Eruptionen stets während der Eiszeiten sehr lebhaft waren, und dass mit dem Schlusse der massenhaften Eruptionen auch die Eiszeiten verschwinden. Wir haben also wie in den Exzentrizitätsschwankungen so auch in den vulkanischen Eruptionen nur akkumulierende Elemente zu sehen, während wir den Hauptgrund der Eiszeitausbildung noch nicht kennen gelernt haben.

c) Die Gebirgsfaltungen.

§ 188. Tertiär. Gebirgsauffaltungen finden jedenfalls noch in der Jetztzeit statt. Die jetzige Faltungsperiode setzte mit der grössten Intensität im Miozän ein, wenn auch vorher schon Faltungen stattfanden.

---

1) Graetz, Kompendium der Physik. 2. Aufl. 1895. S. 200.

So wurde die Faltung der Pyrenäen im Oligozän bereits abgeschlossen. Der Beginn der Faltung der Anden und der neuseeländischen Gebirge reicht sogar bis weit in die mesozoische Zeit zurück. Betrachten wir die Anordnung der jungen Kettengebirge, so gruppieren sie sich verhältnismässig einfach. Sie umschliessen ringförmig den Pazifischen Ozean und ein zweiter Zug verbindet in dem mittelmeerischen Gürtel gegenüberliegende Punkte in dieser Umrandung. Sehen wir uns zunächst den letzteren Zug an. Ein freies Ende des Zuges sehen wir in den Balearen. Von hier führt er über die Sierra Nevada nach dem Kleinen Atlas hinüber. An diesen schart der mehrfach erwähnte transatlantische Zug Trinidad—Kanarische Inseln—Hoher Atlas an, an den der Kap Verdische Nebenzweig sich anschliesst. An den Atlas schliesst das nordsizilische Gebirge sich an, von diesem gelangen wir zu dem Apenninenbogen. Von diesem zweigen sich über die hyerische Masse die Pyrenäen und das asturisch-kantabrische Gebirge ab. Einen zweiten Zug bilden die Alpen, an die der Schweizer Jura sich anschliesst. Als Fortsetzung derselben haben wir die Karpathen aufzufassen und in deren Fortsetzung die Transsylvanischen Alpen, den Balkan, das Jaila-Gebirge, den Kaukasus. Zwischen den letztgenannten drei Gebirgen liegt gegenwärtig grösstenteils nur Flachsee. Auch vor dem westlichen Ende des Kaukasus liegt nur eine schmale Rinne, die tiefer als 200 m ist; jenseits des Kaspischen Meeres setzt sich das Gebirge fort im Grossen Balchan und schart am Hindukusch an. An die südlichen Alpen schliesst sich, durch das Schollenland des Karstplateaus abgetrennt, der dinarisch-taurische Gebirgsbogen an, dessen Hauptketten durch Bosnien, Albanien und den Peloponnes nach Kreta überführen und von hier teils nach Kleinasien zum Taurus, teils über Kypern nach dem Alma Dagh. Beide Züge setzen bis Armenien sich fort. Andere Ketten überschreiten das Ägäische Meer und bilden die inner- und nordkleinasiatischen Gebirge. In Armenien schliessen sich zwei Hauptzüge an. Dem einen gehören das Elbursgebirge und der Hindukusch an. Der andere führt über die Zagrosketten südlich um Iran herum zum Suleimangebirge und schliesst sich hier ebenfalls an den Hindukusch an, in dem also alle europäischen Züge sich wieder vereinen. Neben ihm laufen die Ketten des Pamirhochlandes her, als nördlichste der Alaitag, der bereits zum System des Tienschan gehört, der übrigens auch nach Europa Ausläufer entsendet, indem junge posthume Faltungen über die Halbinsel Mangischlak und die südrussischen Höhenzüge nach dem subherzynischen Hügellande und Teutoburger Walde ziehen und sich bis Yorkshire fortsetzen[1]. An den Alaitag schliesst sich unter rechtem Winkel der Sary-Kol an, der ostwärts umbiegend in den Kuenlun übergeht. Dieser setzt sich im Tsinling Gebirge fort, um am Ostchinesischen Meer zu verschwinden, ohne dass man von einem Abbruch reden kann. Parallel mit dem Anfange des

[1]) Suess, A. d. E. I. S. 597. 604. II. S. 114. 125. 129.

Kuenluen verlaufen Karakorum und Himalaya, sowie die zusammengedrängten Bergketten, die das tibetanische Hochland bilden. An diese scharen die hinterindischen Ketten sich an. Die bedeutendste unter diesen ist der in mehreren Parallelzügen entwickelte birmanische Bogen (1. Patkoi-Gebirge, Arakan-Gebirge, Andamanen-, Nikobaren-, Mentawei-Inseln; 2. Sumatra-, Java-, Flores-, Wetter-, Manuk-, Banda-Inseln; 3. Sumba, Timor, Timorlaut, Ceram, Buru). Mit dem letzten Bogen schart in Ceram der innere melanesische Bogen zusammen, der über Neuguinea nach Neukaledonien und der Norfolk-Insel führt. Eine zweite an die tibetanischen anscharende Kette ist der Malakkabogen, der über Banka und Billiton sich fortsetzt, und dem vielleicht auch das Schwaner Gebirge auf Borneo angehört, sowie die Sula-Inseln und die westliche Halbinsel von Mindanao. Der siamesische Bogen führt über die Natuna-Inseln nach Nordborneo und dann über Palawan nach Mindoro und Luzon, wo er mit dem Philippinenbogen zusammenschart. Eine letzte Kette endlich ist die annamesische. Parallel mit dem Ende des birmanischen Bogens verläuft der äussere melanesische Zug. Er schart an das Gebirge von Westcelebes an, die Halbinsel Mangkassar bildend. Er biegt dann ostwärts um und führt über die Sula- und Obi-Inseln sowie Misol nach der Halbinsel Berou. Weiterhin geht er über Jobi nach den Admiralitätsinseln, und es gehören ihm an Neuhannover, Neumecklenburg, Bougainville, Choiseul und die anderen östlichen Salomonen, sowie die Torres-Inseln und der östliche Zug der Neuen Hebriden. Innerhalb des Zuges verläuft ein paralleler von den Purdy-Inseln nach der Gazellehalbinsel und über die Westkette der Salomonen nach den westlichen Neuen Hebriden. Weiteren Zügen gehören die Französischen Inseln, die Querketten von Neupommern und die Rennell-Inseln an. In einem äusseren Parallelzuge liegen die Schouten-Inseln, die S. Matthias-Insel, die Hibernischen Inseln, die Nissan-Gruppe, die St. Cruz-Inseln und endlich die beiden Züge der Fidschi-Inseln, die schliesslich nach Süden umbiegen. Einen äussersten Zug bilden meist Koralleninseln und -bänke von Mapia über die Lyrabank, Rotumah, Fotuna, Niuafu, Curaçaoriff, nach Niue, der Orne-Bk. und dem Haymet-Felsen, im letzten Stück von dem Tongagraben quer durchschnitten. In Waigeu scharen an diesen Zug die mikronesisch-polynesischen Ketten an. Deren Bogen führt über die Palau-Inseln, wo der Marianenbogen sich abzweigt und nach Japan hinüberführt. Der Hauptzug vergabelt sich ostwärts in den Karolinen und sein nördlichster Zweig führt nach den Ellice-Inseln hinüber, hier mit dem nach Nordwesten sich vergabelnden Gilbert-Marshall-Inselzuge zusammentreffend. Der Zug setzt sich weiterhin über die Samoa-, Cook- und Tubuai-Inseln fort. Parallel mit dem letzten Teile streichen, wie wir früher sahen, die polynesischen Ketten, die wir in die Gruppen Tokelau-Tahiti, Phönix-Manahiki-Paumotu und Fanning-Marquesas zusammenfassen können. Dass der Hawaizug jedenfalls nur vulkanisch ist, wurde bereits erwähnt. An den in den Fidschi-Inseln

endenden Zug schliesst die Kette sich an, die die Tonga-Inseln, Kermadek-Inseln und Neuseeland bildet, hier Parallelzüge aufweisend. Sie führt über die Auckland- und Macquarie-Insel nach den Balleny-Inseln und dem Victorialande, wo wir unter anderen den Mt. Melbourne, das Prinz Albert-Gebirge und den Erebus und den Terror haben. Dies Gebirge führt nun jedenfalls an der Küste des Grossen Ozeans entlang nach der Peter-Insel und dem Alexanderland. Daran schliessen sich die Berge von Grahamland, sowie der grosse Bogen, dem die Süd-Shetland-, Süd-Orkney-, Süd-Sandwich-Inseln und Südgeorgien angehören. Weiterhin führt er in äquatorialer Richtung über das Feuerland und bildet die westpatagonischen Inseln, sowie das chilenische Küstengebirge, das etwa bis 20 S nordwärts reicht. Mit diesem parallel verläuft die andine Hauptkette, an die noch weitere sich anschliessen, die im Norden wieder mehrfach sich vergabeln, die Kordilleren von Bolivia, Peru, Ecuador und Kolumbien bildend. An die Ostkette der letzteren schliesst sich bei Barquisimeto die venezuelanische Küstenkordillere an, während die Sierra Nevada de Santa Marta einen selbständigen Zug darstellt. Von dem Küstengebirge zweigt der Trinidadzug sich ab, die Hauptkette zieht über die Antillen und gabelt sich in mehrere nach Zentralamerika hinüberführende Arme. Hier schliessen sich die nordamerikanischen Faltengebirge an. Allerdings sind wir über deren Verlauf in Mexiko nur sehr unvollkommen unterrichtet. Nördlich davon haben wir die beiden Hauptzüge der Sierra Nevada und des Kaskadengebirges einerseits, des Felsengebirges mit seinen Verzweigungen andererseits. Im Norden wird der Verlauf der Ketten wieder unsicher, doch schliesst sich an diese jedenfalls der Alaska-Aleutenbogen an, an diesen der Kamtschatka-Kurilenbogen, weiter der japanische Bogen, der Riukiu-Bogen. Zwischen Formosa und den Philippinen ist eine Verbindung noch nicht sicher nachgewiesen, vielleicht vermitteln hier die Batan und Babuyan den Übergang und bilden mit Formosa und Nordluzon einen Bogen, der an den Palawanzug sich anschliesst. Der eigentliche Hauptbogen der Philippinen führt über die Camarineshalbinsel von Luzon nach Samar und Leyte, bildet mit den inneren Parallelzügen den Hauptkörper von Mindanao und führt nach den Salibabu-Inseln hinüber, während der Parallelzug über die Sangir-Inseln nach der Halbinsel Minahassa führt und in Zentralcelebes an den melanesischen äusseren Zug anschart. Damit sind die jugendlichen Faltungsgebiete erschöpft. Wir sehen, den verwickeltsten Bau zeigen sie in der ostindischen Inselwelt, doch ist insofern hier eine einheitliche Anordnung zu erkennen, dass alle Bogen nach dem Ozeane zu konvex sind und vom Festlande bezw. vom Binnenmeere her weggefaltet worden sind. Die Faltungsrichtung erstreckt sich deshalb mit Ausnahme der hinterindischen Bögen durchweg nach Osten, wie dies überhaupt im ganzen pazifischen Gebiete gilt. Im übrigen ist bei allen übrigen asiatischen Gebirgen bis zum dinarischen Bogen und zum Ostkaukasus die Faltung vom Kontinente weggerichtet,

während sie im europäischen Mittelmeere von diesem nach den alten Massiven zugewendet ist, so dass sie in Europa meist nach N., in Afrika nach S. gerichtet ist. Dieses verschiedene Verhalten dürfte sich daraus erklären, dass bei Europa die Faltungszone zwischen grossen Massiven verläuft, während sie bei Asien während der ganzen Tertiärzeit auf der Südseite an das freie Meer stiess, nur lokal durch kleinere Schollen von ihm abgetrennt. Hier konnte sich daher auch die Faltung am breitesten entfalten, am mächtigsten allerdings im polynesischen Gebiete, wo infolge des geringen Widerstandes von alten Schollen die Gebirge einen viel geradlinigeren Verlauf nahmen als im kontinentalen Gebiete. Wir haben schon daraufhingewiesen, dass dieser mächtige Gebirgsdoppelgürtel sich nicht gleichzeitig ausgebildet hat, dass seine Glieder vielmehr in verschiedenen Zeitabschnitten aufgefaltet worden sind, und dass diese Faltung besonders im ozeanischen Gebiete jedenfalls jetzt noch andauert. Nachzutragen ist zu der vorangehenden Aufzählung noch, dass auch auf Spitzbergen tertiäre Diskordanzen sich finden[1]). (Karte 11.)

§ **189. Karbon.** In den dem Tertiär vorangehenden Formationen treten die Faltungen nur lokal auf. Eine grosse Faltungsperiode erstreckt sich vom Karbon und zwar besonders vom Oberkarbon bis zum Perm. Eingeleitet wird diese Periode durch einige lokale präkarbonische Faltungen, wie die tertiäre durch jurassische und kretazeische. Diese jungpaläozoischen Faltungen lassen sich ebenfalls rings um die Erde verfolgen, wenn sie natürlich auch nicht so geschlossene Züge bilden können als die tertiären. Denn zum Teil sind die damals gefalteten Gebiete auch von der tertiären Faltung betroffen worden, zum Teil sind auch die alten Gebirge fast vollständig wieder verschwunden. Immerhin sind die Reste zahlreich genug, um den Verlauf der Faltungszonen verfolgen zu können. Wir gehen dabei am besten von der grossen Scharung in Zentralfrankreich aus. Hier beginnt zunächst das aremorikanische Gebirge[2]), bezw. wenigstens dessen südliche Ketten, während die nördlichen mehr in äquatorialer Richtung nach Osten streichen. Eine ganze Reihe Ketten werden in der Bretagne wieder zusammengedrängt, bogen, wie wir früher zeigten, wahrscheinlich südwärts um und schlossen sich hier an die in Galicien unter den asturischen Falten verschwindenden Züge der spanischen Meseta[3]) an. Diese bogen im Süden wieder ostwärts um, und ihrer Verlängerung gehören möglicherweise die kleinen Massive von Sardinien[4]) und Korsika an. Die nördlichen aremorikanischen Ketten erfüllten Südengland, Südwales und Irland und setzen sich jenseits des Atlantischen Ozeanes in den Appalachien fort, deren Faltung nach Frech hauptsächlich in die Zeit vom Rot-

1) Suess, A. d. E. II. S. 84.
2) Frech, Leth. Pal. II. S. 412—415.
3) Suess, A. d. E. II. S. 148.
4) Ebend. I. S. 306.

liegenden bis zur mittleren Trias reichte[1]). Im Süden biegen die Appalachien westwärts um und reichen bis zu den Ouachitabergen bei 100° W.[2]). Weiterhin finden wir karbonische Diskordanzen im Coloradogebiete[3]). Vermutlich zog sich der Faltenzug nun im Felsengebirge nordwärts. Wir finden ihn wieder im Werchojanischen Bogen[4]). Dieser wird gebildet durch das Gebirge der Tschuktschen-Halbinsel, dem nördlichen Stanowoibogen, das Werchojanische Gebirge und durch den das Lenadelta durchkreuzenden Gebirgszug. Weiter gehören hierher die Byrrhangaberge der Taimyr-Halbinsel. Weiter nördlich finden sich karbonische Diskordanzen auf Franz Joseph-Land und Spitzbergen[5]). Näher schliesst sich Nowaja Semlja an den Taimyrbogen an. Der Gebirgszug dieser Doppelinsel schart als Pae-choi-Gebirge an den Ural an, mit dem das Timangebirge sich vereinigt, und der sich schliesslich unter dem Usturtplateau verliert[6]), wo er wahrscheinlich mit den mittelmeerischen Gebirgen verkettet war. Das Timangebirge ist übrigens bis ins Perm gefaltet worden[7]). Wir kehren nun nach dem französischen Zentralmassiv zurück. Nach Nordosten ging von diesem das variskische Gebirgssystem aus[8]). Die südlichen Ketten verliefen über das Plateau von Langres, den Wasgenwald, Schwarzwald nach dem Thüringer Wald und Fichtelgebirge, ihm schlossen sich die erzgebirgischen Falten an. Dann bog das Gebirge um die alte böhmische Masse herum in die sudetische Richtung, um endlich im Marchgebiete südwärts verlaufend bei Wien zu enden. Einem Parallelzuge gehören das Rheinische Schiefergebirge und der Harz an. Auch dieser Faltenzug bog südöstlich um und erfüllte ganz Schlesien. Hier verschwindet er unter den jungen Falten der Karpathen. Doch setzen seine Falten sich nach Bertrand ostwärts fort und tauchen als Donetzfalten in Südrussland wieder auf. Ein letzter erst neuerdings nachgewiesener Gebirgszug, der an das französische Zentralplateau sich anschloss, sind die paläokarnischen Ketten[9]). Wir finden karbonische Faltungen im Montblanc-Gebiete[10]), besonders häufig aber in den Ostalpen, in denen Frech mehrere Parallelketten rekonstruiert hat. Die Ketten zogen sich zwischen Save und Drau hinein. Eine direkte Fortsetzung von ihnen können wir zwar nicht nachweisen. Doch finden wir im Osten Züge, die wahrscheinlicherweise

---

1) Frech, L. P. II. S. 428.
2) Suess, Asym. S. 97.
3) Suess, A. d. E. I. S. 733.
4) Suess, Asym. S. 90. Haug, Bull. Soc. Geol. Fr. 28 p. 648. Sacco, Orog. p. 14.
5) Suess, A. d. E. II. S. 84.
6) Suess, A. d. E. IIIa. S. 457.
7) Suess, A. d. E. IIIa. S. 465.
8) Frech, L. P. II. S. 415—420.
9) Frech, L. P. II. S. 420—421.
10) Suess, A. d. E. IIIa. S. 433. Suess, Asym. S. 95. Haug, Bull. Soc. Geol. Fr. 28. p. 629.

an sie sich angeknüpft haben mögen. Zuerst erwähnen wir das Rhodopemassiv. Dann finden wir in Armenien karbonisch permische Falten in der Araxeskette, die im Karadagh, dem Gebirge von Gilan, dem Elburs sich fortsetzt und vielleicht bis Chorassan und Afghanistan reicht[1]). Es schliessen sich also hier die jungen Gebirge an den Verlauf der alten regelmässig an. Dies finden wir auch weiterhin in Innerasien bestätigt. Der westlichen Kuenlun, das Tsinlinggebirge[2]), die nordöstlichen Ketten des Tienschan[3]) sind zum Teil bereits im Karbon bezw. im Perm gefaltet, auch der Himalaya weist allerdings nur sehr schwache karbonische Diskordanzen auf[4]). Auf diese Gebirge folgt nördlich der Altai, sowie das westsajanische Gebirge[5]). An den ersteren schliessen die Ketten der Gobi[6]) sich an. Östlich von diesen stossen wir auf ein altes Massiv. Dann finden wir aber wieder permische Dislokationen in Japan[7]). Wir können vermuten, dass dieses Gebirge im Norden an den Werchojanischen Bogen sich anschloss. Im Süden trifft es auf das südchinesische Bergland[8]), dessen rostartiger Aufbau seiner Richtung nach jetzt ziemlich fremdartig in der asiatischen Orographie besteht. Zu demselben System gehört jedenfalls das kleine Massiv am Kambodscha. Dagegen strich das karbonische Gebirge, das auf Sumatra nachgewiesen ist[9]), in derselben Richtung wie das tertiäre, schloss sich also eher an die Faltungsrichtung des Himalaya an. Übrigens wiederholten die Faltungen sich hier sehr oft. Eine erste Faltung erfolgte jedenfalls im obersten Devon, eine zweite zwischen Oberkarbon und Obertrias, also vielleicht im Perm, eine dritte in der Kreide, eine vierte im Tertiär. Gehen wir nun an den Gestaden des Grossen Ozeans südwärts, so sind von karbonischem Alter die Faltengebirge Ostaustraliens[10]), d. h. alles Gebirgsland östlich des Spencer und des Carpentaria-Golfes. Ebenso gehört Tasmanien dieser Faltungszone an. Ob im Südpolargebiet karbonische Diskordanzen sich befinden, lässt sich jetzt noch nicht entscheiden. Dagegen finden wir in Südamerika die Sierren der Pampas, die bereits vorkarbonisch gefaltet wurden[11]). Weiter sind von karbonischem Alter die Gebirge Südafrikas[12]). Karbonische Diskordanzen fanden sich auch am Tanganjikasee[13]). Auch im übrigen südafrikanischen Dreieck scheint

---

1) Frech, L. P. II. S. 422.
2) Ebend. S. 423—424.
3) Suess, A. d. E. I. S. 600 ff.
4) Ebend. IIIa. S. 350.
5) Ebend. IIIa. S. 105.
6) Ebend. IIIa. S. 269.
7) Frech, L. P. II. S. 424.
8) Suess, A. d. E. II. S. 237.
9) Frech, L. P. II. S. 424—426.
10) Suess, A. d. E. II. S. 194.
11) Frech, L. P. II. S. 432.
12) Ebend. S. 428—431. Suess, A. d. E. I. S. 502.
13) Ebend. I. S. 512.

der Boden erst seit dieser Zeit zur Ruhe gekommen zu sein. Endlich finden wir karbonische Falten auch in Vorderindien bei Madras[1]). Vergleichen wir die Verbreitung der karbonischen mit der der tertiären Gebirge, so sehen wir, dass sie ebenfalls rings um den Grossen Ozean verbreitet sind, sowie in der Mittelmeerzone, doch ist ihre Lage in der letzteren im allgemeinen eine nördlichere. Dazu kommen dann noch die Züge nördlich des Angaramassivs und der Uralzug. Überall aber beobachten wir, dass die karbonischen Gebirge zwischen den tertiären Zügen und den alten Massiven liegen (vergl. Karte 11).

§ 190. **Silur, Devon.** Die beiden bisher betrachteten Gebirgsbildungsperioden decken sich vollständig mit Eruptionsperioden, wie teilweise mit Eiszeiten. Ebenso haben wir Gebirgsfaltungen im Devon und Silur und zwar besonders an der Grenze beider Formationen. Wir können hier aber nicht zwei getrennte Perioden unterscheiden. In diese Zeit fällt ebenfalls die Aufrichtung vieler Gebirge. So fallen in sie bereits Faltungen im Felsengebirge[2]). Vielleicht gehört hierher auch die kambrische Scholle von Austin[3]). Dann begannen die Appalachien besonders in Norden in den Grünen Bergen sich zu erheben[4]). An sie schloss jenseits des Atlantischen Ozeans das kaledonische Gebirgssystem sich an, das von Wales, Irland und Schottland nach Norwegen reichte, und dem auch das Ardennengebiet angehörte[5]). Ungefähr rechtwinklig dazu steht der Zug des Bayerischen und Böhmerwaldes, der ebenfalls dieser Faltungsperiode angehört. Weiter finden wir Diskordanzen in Spitzbergen[6]) und Grönland[7]). In der Umgebung des Angaramassivs gehören in diese Zeit das westsajanische Gebirge[8]) und die Gebirge der Gobi[9]), die wie karbonische so auch devonische Diskordanzen aufweisen. Im Süden sind von silurischem Alter die Küstengebirge von Brasilien[10]). Vielleicht gehören auch die Falten des Massivs von Guayana in diese Periode. In Afrika finden wir im Norden Gebirge von mutmasslich kaledonischem Alter, doch lässt sich das nicht mit Sicherheit feststellen. In Indien dürften die mittleren Teile des Dekhan hierher gehören.

§ 191. **Algonkium.** Noch weniger sicher lässt sich die Faltungszeit bei den älteren Gebirgen bestimmen, doch scheint das Algonkium auch eine wichtige Faltungsperiode gewesen zu sein, wie es eine grosse

1) Frech, L. P. I. S. 519.
2) Ebend. I. S. 733.
3) Suess, Asym. S. 98.
4) Suess, A. d. E. S. 716. Meunier, Comptes Rendues 1902. 134. p. 999.
5) Suess, Asym. S. 95. Haug, Bull. Soc. Geol. Fr. 28. p. 629.
6) Suess, A. d. E. II. S. 84.
7) Ebend. II. S. 89.
8) Ebend. III a. S. 105.
9) Ebend. III a. S. 269.
10) Ebend. I. S. 656.

Eruptionsperiode war[1]). Ziemlich sicher können wir Faltungen während dieser Zeit annehmen für das Coloradogebiet, Südkanada, Neufundland, Schweden, die Bretagne und Nordschottland. Ferner gehört in diese Zeit vielleicht die Ausbildung des Gneiszuges von Baffinland und Labrador[2]), sowie des entsprechenden Hebriden-Lofotenzuges in Europa[3]). Auch die arktischen Inseln Nordamerikas mögen damals zum letzten Male gefaltet worden sein. Besondere Ausdehnung hat das algonkische Faltungsgebiet in Asien. Es gehören ihm hier die Gebirge Transbaikaliens und der Ostsajan[4]) an, sowie die Gebirge der Mandschurei, die von Korea, Schantung und der Umgebung von Peking[5]). In Indien erwähnen wir das Arvaligebirge[6]). Endlich gehört ihm vielleicht auch die russische Tafel an, deren Falten in uralischer Richtung streichen[7]), doch könnte deren Faltung auch schon früher stattgefunden haben, wie auch bei einigen der obigen Vorkommnisse.

Wir sehen aus alledem, dass einmal der Gebirgsbildungsprozess im allgemeinen von den alten Massiven nach aussen fortgeschritten ist, und dass er periodisch mit grosser Energie aufgetreten ist, während zu anderen Zeiten verhältnismässige Ruhe herrschte. Wir haben gesehen, dass mit dem Gebirgsbildungsprozess parallel starke vulkanische Tätigkeit verlief, und dass Eiszeiten sich an ihn anschlossen; wir müssen nun noch einen Blick auf die Ruheperioden werfen, ehe wir versuchen, die drei genannten Erscheinungen in genetische Beziehungen zu setzen.

d) Transgressionen.

§ 192. Die letzten grossen Erscheinungen der Erdgeschichte, die uns einen fremdartigen Eindruck machen, sind die grossen Transgressionen. Es ist freilich zweifellos, dass einem Übergreifen des Meeres an der einen Stelle ein Rückgang an der anderen entspricht. Besonders Haug hat in seinem schon mehrfach zitierten Aufsatze nachzuweisen gesucht, dass den Transgressionen der grossen Kontinentalflächen Regressionen in den Geosynklinalen entsprechen und umgekehrt. Als letztere kommen hauptsächlich der Grosse Ozean und der mittelmeerische Gürtel in Betracht. Die Transgressionen werden dabei im ersten Falle räumlich ausgedehnter sein, da das Land viel langsamer ansteigt, als der Boden der Ozeane abfällt. Bemerkenswert ist aber besonders die Wechselbeziehung, die zwischen Transgressionen und Gebirgsfaltung

---

1) Frech, L. P. II. S. 432.
2) Suess, A. d. E. II. S. 46.
3) Suess, Asym. S. 96.
4) Suess, A. d. E. III a. S. 97—98.
5) Ebend. II. 231—232.
6) Ebend. I. S. 518.
7) Ebend. I. S. 241. 605. III a. S. 7. 473.

besteht. Haug konstatiert, dass bei jedem einzelnen Akt der Gebirgserhebung in den Geosynklinalen eine Regression zu beobachten ist und dass ihm eine Transgression folgt. Wir wollen uns hier nicht mit den einzelnen Phasen dieser Schwankung befassen, stellt doch Haug für das Paläozoikum vier, für das Mesozoikum sogar fünf gesonderte Festlandstransgressionen auf. Wir werden hier hauptsächlich die grösseren Transgressionen ins Auge zu fassen haben.

§ 193. **Kreide.** Eine grössere Transgression, die besonders in Europa und seinen Nachbargebieten auftritt, fällt in das Oligozän, also unmittelbar vor die Hauptfaltungsperiode der Alpen bez. anderer jüngerer Hochgebirge. Sie war aber jedenfalls in ihrem Auftreten nur lokal; von viel grösserer Bedeutung war die Transgression, die im Gault begann und im Cenoman und Turon andauerte und die fast auf die ganze Erde sich erstreckte. So ist diese Transgression in folgenden Gebieten nachgewiesen[1]: in Irland, Nordschottland, England, Nordfrankreich, Belgien, Westfalen, Nordostdeutschland, Dänemark, Südschweden, Südrussland bis 55° N., Polen, Mähren, Böhmen, Sachsen, bei Regensburg, in Kalabrien, Südspanien, Nordafrika, Syrien, Kleinasien, Arabien, Persien, Turan, Turkestan, Afghanistan, im Karakorum, in Südindien, Assam, Japan, in den Präriestaaten der Union, in Zentralamerika, Westindien, in Brasilien südwärts bis zum Staate Bahia, in Kamerun, Loango, Angola, in Natal, Madagaskar, Borneo und Australien. Daneben stehen die Regressionsgebiete an Ausdehnung weit zurück. Als solche kommen hauptsächlich in Betracht das andine Gebiet von Südamerika und die russische Tafel. Es hat also aller Wahrscheinlichkeit nach das Land in der oberen Kreide ausserordentlich an Ausdehnung verloren. Dies kann nur verursacht sein durch eine Senkung des Landes oder noch leichter durch ein Seichterwerden des Meeres durch Hebung des Ozeangrundes. Dieser Umstand ist von ganz besonderer Bedeutung. Diese cenomane Transgression beweist uns, dass das Verhältnis von Festland und Wasser sehr veränderlich ist und dass wir aus Transgressionen in einem Gebiete nicht ohne weiteres auf Regressionen in andern entsprechend ausgedehnten Ländern schliessen können. Aus der Aufzählung der Transgressionsgebiete sehen wir, dass diese Transgression durchaus nicht nur kontinentale Flächen betraf, wie Haug annimmt, sondern auch sehr stark die mittelmeerische und zum Teil auch die pazifische Geosynklinale. Die Regressionen sind allerdings auf Gebiete beschränkt, die nach Haug als mesozoische Geosynklinalen anzusehen sind. Wir werden statt dessen die Regressionen als lokale Erscheinungen betrachten müssen und die Transgressionen als einen Vorgang von universeller Bedeutung ähnlich den vulkanischen Erscheinungen und der Gebirgsfaltung.

---

[1]) Nach Credner, E. d. G. S. 652. Neumayr, Erdgesch. 2. Aufl. II. S. 294. 296. 299. Haug, Bull. Geol. Soc. Fr. 28. p. 685—86. Koken, Vorwelt. S. 419 ff.

§ 194. Malm. Eine ebenso ausgedehnte Transgression finden wir in den vorhergehenden Formationen nicht, doch sind sie noch umfangreich genug. So sehen wir gleich im Malm wieder ein mächtiges Übergreifen des Meeres, das, wie wir bereits oben sahen, schon im Kelloway einsetzt. Folgendes sind die Länder, in denen eine oberjurassische Transgression zu beobachten ist[1]: Norddeutschland östlich von Kammin, Sachsen, Böhmen, Gegend von Regensburg und Passau, Mähren, Oberschlesien, Krakau, Polen, Russland nördlich des Kaukasus, Spitzbergen, Franz Joseph-Land, Sibirien, Kleinasien, Syrien, Iran, Hindustan, Tibet, Ostafrika, Alaska und ein grosser Teil des arktischen nordamerikanischen Archipels. Wir sehen hier also eine im Norden fast ebenso ausgedehnte Transgression als in der Kreide, dagegen ist sie im Süden viel geringer ausgebildet. Beide Transgressionen liegen so nahe aneinander, dass wir sie als Phasen einer und derselben Erscheinung auffassen können, die in der Mitte zwischen den tektonischen Störungsperioden Karbon-Perm und Tertiär steht. In der Trias bezeichnet der Muschelkalk nur eine sehr lokale Transgression, ebenso im Perm der Zechstein.

§ 195. Devon. Ausgedehntere Transgressionen treffen wir erst wieder im Paläozoikum. Im Unterkarbon hatte das Meer beträchtliche Ausdehnung, die Haupttransgression fällt aber in das Mitteldevon, so dass die devonische Formation sich ähnlich wie die jurassische verhält, dagegen noch nicht an die Erscheinungen der Kreidezeit heranreicht. Transgressionen finden wir besonders[2] in Ostdeutschland, Thüringen, dem Fichtelgebirge, Südspanien, Nordafrika, Sardinien, Süditalien, am Bosporus, in Kleinasien, Russland, Polen, den Baltischen Provinzen, im Timangebiet, auf den Neusibirischen Inseln, in Ostsibirien (Jenisseisk und Transbaikalien), im Altai, Tienschan, Kuenlun, in Armenien, Persien, in China, besonders in Setschuan, Kansu und Schansi, Japan, im arktischen Nordamerika z. B. am Mackenzie, am Winnipegosis- und Manitobasee, in Nevada, Kalifornien, in Bolivia, Parana, auf den Falkland-Inseln, im Kapland, in Ostaustralien und auf Tasmanien. Im obersten Devon findet ein kleiner Rückgang des Meeres statt. Im Oberkarbon folgen dann kleinere Transgressionen besonders im östlichen Mittelmeergebiet und in Indien, während im Westen, in Mitteleuropa, in Nordamerika, in Nordchina und Australien viel bedeutendere Regressionen eintraten.

§ 196. Silur, Kambrium. Auch im Silur fehlen nicht grosse Transgressionen. Im Obersilur[3]) finden wir sie in Zentralasien,

---

1) Nach Credner, E. d. G. S. 610—611. Neumayr, Erdgeschichte. 2. Aufl. II. S. 253. Neumayr, Denkschr. d. Akad. 1885. S. 126 ff. Haug, Bull. Geol. Soc. Fr. p. 703—704. Koken, Vorwelt. S. 315 ff.

2) Nach Frech, L. P. II. S. 240—256. Haug, Bull. Geol. Soc. Fr. p. 694. Neumayr, Erdgeschichte. 2. Aufl. II. S. 119.

3) Frech, L. P. II. S. 101. Haug, B. S. G. F. p. 692.

China, Nordamerika und im Amazonasgebiete, also in ziemlich ausgedehnten Gebieten. Diese geht der kaledonischen Faltung voraus, wie die devonische Transgression der herzynischen. Eine Transgressionsperiode sehen wir auch im Kambrium[1]) vor uns, dessen Schichtenfolge durch die Grundkonglomerate die Überflutung des Landes beweist, und in gleicher Weise sind auch die Schichten der meisten Vorkommnisse des Algonkiums angeordnet. Wir sehen also, dass die grossen Transgressionen im Laufe der Erdgeschichte wiederholt wiederkehren in derselben Weise wie die vorher besprochenen grossen geologischen Erscheinungen. Die älteren lassen sich allerdings viel schwerer verfolgen und oft nur hauptsächlich aus den Veränderungen der Tierwelt, aus dem Auftreten einer allgemeinen Fauna an Stelle zahlreicher lokaler erschliessen. Infolgedessen können wir kaum mit Sicherheit angeben, ob die Transgressionen mit der Zeit grössere Dimensionen angenommen oder sich abgeschwächt haben, ob sie also dem Verhalten des Vulkanismus oder dem der Eiszeiten sich anschliessen.

e) Zyklen der Erdentwicklung.

§ **197. Aufstellung der Zyklen.** Wir haben im vorhergehenden eine Reihe wichtiger Ereignisse in der Erdgeschichte kurz besprochen, die eine gewisse Periodizität nicht verkennen lassen und zwar halten sie, soweit wir dies bestimmen können, immer dieselbe Reihenfolge ein. Allerdings greifen einzelne Erscheinungen zuweilen über die Grenzen hinaus, die ihnen gewöhnlich gesteckt sind; immer aber erkennen wir, dass auf die grossen Transgressionen eine Periode starker Gebirgsfaltungen und vulkanischer Eruptionen folgt, und dass diese mit einer Eiszeit schliesst, um dann wieder von Transgressionen abgelöst zu werden. Die vulkanische Tätigkeit schweigt zwar auch nicht während der letzteren, doch ist sie verhältnismässig unbedeutend. Ebenso stellen sich Transgressionen während der Zeiten der tektonischen Unruhe ein, doch sind sie dann meist lokaler Natur. Wir gehen nun zunächst dazu über, die Zyklen übersichtlich zusammenzustellen. Sie ergeben sich nach dem vorhergehenden in folgender Weise:

Mesozoisch-Känozoischer Zyklus: Zechstein-Jetztzeit.	
Diluviale Eiszeit.	Diluvium-Jetztzeit.
Eruption der Basalte, Trachyte, Phonolithe. Alpine Gebirgsfaltung.	Tertiär-Jetztzeit.
Mesozoische Transgression. Maximum.	Zechstein-Kreide. Cenoman.
Jungpaläozoischer Zyklus: Mitteldevon-Rotliegendes.	
Permische Eiszeit.	Rotliegendes.
Eruption der Porphyre, Porphyrite, Melaphyre. Herzynische Gebirgsfaltung.	Oberkarbon-Rotliegendes.
Devonische Transgression.	Mitteldevon-Unterdevon.

[1]) Neumayr, Erdgeschichte. 2. Aufl. II. S. 39. 80.

Mittelpaläozoischer Zyklus: Obersilur-Mitteldevon.	
Devonische Eiszeit. Eruption von Diabasen.	Devon.
Kaledonische Gebirgsfaltung.	Obersilur-Unterdevon.
Obersilurische Transgression.	Obersilur.
Altpaläozoischer Zyklus: Kambrium-Untersilur.	
Silurische Eiszeit. Eruption von Diabasen. Brasilische Gebirgsfaltung.	Silur.
Kambrische Transgression.	Kambrium.
Algonkischer Zyklus: Algonkium.	
Präkambrische Eiszeit. Eruption von Diabasen. Hebridische Gebirgsfaltung. Unteralgonkische Transgression.	Algonkium.
Urschiefer-Zyklus:	
Unteralgonkische Eiszeit.	

usw.

Die Zeit seit dem Beginn der paläozoischen Periode zerfällt also in fünf Zyklen. Da die entsprechenden Schichten ca. 34000 m mächtig sind, so würden als Mittelzahl eines Zyklus 6800 m herauskommen, eine Zahl, die der früher für die Eiszeiten allein bestimmten sehr nahe kommt. Tatsächlich sind auch die meisten Werte von der gleichen Grössenordnung, nur der vorletzte Zyklus ist beträchtlich länger als die übrigen. Wir erhalten nämlich folgende Werte für die Schichtenmächtigkeit:

Mesozoisch-Känozoischer Zyklus	ca. 5700 m
Jungpaläozoischer Zyklus	ca. 9250 m
Mittelpaläozoischer Zyklus	ca. 6500 m
Altpaläozoischer Zyklus	ca. 6250 m
Algonkischer Zyklus	ca. 6500 m.

Dabei müssen wir aber bedenken, dass der letzte Zyklus jedenfalls noch nicht abgeschlossen ist. Nehmen wir an, dass während der Urgneis- und Urschieferformation die gleichen Verhältnisse herrschten, so erhalten wir bei einer Schichtenmächtigkeit von insgesamt 72000 m etwa 10 bis 11 Zyklen. Wie die obenstehenden Zahlen uns zeigen, können aber wesentliche Schwankungen in der Länge der Perioden stattgefunden haben, wie auch in der auf S. 492 gegebenen Tabelle die Zahlen für den Beginn der Eiszeiten nur mittlere Werte darstellen sollen. In Wirklichkeit haben die devonische und die silurische Eiszeit wahrscheinlich etwas früher gelegen, die obere archäische etwas später. Überhaupt können alle diese Zahlen nur als rohe Annäherungsversuche gelten, ist doch die ganze Grundlage derselben von sehr zweifelhaftem Werte für die Zeitbestimmung und nur in Ermangelung anderer Grundlagen benutzt worden.

§ 198. **Zusammenhang der Erscheinungen.** Nachdem wir nunmehr das tatsächliche Vorhandensein der Zyklen für die Zeit seit dem Mitteldevon mit voller Sicherheit nachgewiesen und für die frühere Zeit wenigstens wahrscheinlich zu machen versucht haben, erübrigt es noch nach einem kausalen Zusammenhange der wechselnden Erscheinungen zu suchen. Wir gehen zu diesem Zwecke von den Gebirgsfaltungen aus. Es ist allgemein anerkannt, dass die Faltungen von Eruptionen fast unzertrennlich sind, indem die Spannung der Erdkruste sich nicht nur im Zusammenschieben von Falten, sondern auch in der Bildung von Brüchen auslöst, die nicht nur das sich auftürmende Gebirge, sondern auch das alte Schollenland durchsetzen, das nur lokal posthumen Faltungen unterworfen wird. Daher erklärt sich die Tatsache, dass die vulkanischen Erscheinungen viel kosmopolitischer verbreitet sind als die Gebirgsfaltungen. Da die Eiszeiten stets an Gebirgsbildungsperioden und Zeiten starker vulkanischer Tätigkeit sich anschliessen, so müssen sie notwendigerweise in diesen ihre Hauptursache haben. Die die Diathermansie der Atmosphäre verringernde Wirkung der Vulkane haben wir schon erwähnt, der Hauptanteil aber muss auf die Gebirgsbildung fallen. Durch die Gebirgsbildung wird die mittlere Höhe des Landes vermehrt und dadurch die Temperatur im ganzen heruntergedrückt. Insbesondere erheben sich grössere Gebiete dadurch über die Schneegrenze und werden so die Zentralpunkte für ausgedehnte Vergletscherungen. Diese werden dadurch erleichtert, dass die Gebirge gleichzeitig niederschlagsreiche Gebiete sind, die die Luft zum Ausscheiden ihrer Feuchtigkeit zwingen, die sonst ihren Wassergehalt behalten hätte. Die dadurch getrocknete Luft muss nach Überschreitung des Gebirges wieder stärkere Verdunstung in den von ihr betroffenen Gebieten hervorrufen und auf diese Weise wird der Umsatz an Feuchtigkeit ausserordentlich vermehrt, die Anhäufung grosser Massen von Niederschlägen in fester Form wird dadurch ermöglicht. Das durch dieses Binden von Wasser verursachte Sinken des Meeresspiegels hat dann weiter als ein wenigstens in geringem Masse verstärkendes Element gewirkt, wie wir früher gezeigt haben. Jedenfalls ist aber der Meeresspiegel schon bei der Gebirgsfaltung einer Senkung unterworfen worden. Denn neben den küstennahen hohen Faltengebirgen bilden sich parallele tiefe Gräben, wie die Kurilentiefe, der Karolinengraben, der Tongagraben, Kermadekgraben, Perugraben, Chilegraben, der Puerto-Ricograben, oder kreisförmige Einsturzbecken, wie die Celebes, Banda, Sundasee, die Korallensee, das Fidschibecken, das Karibische Meer und andere. Es ist auch möglich, dass der Grund der Ozeane im ganzen sich senkte, wenigstens ist das nach dem im folgenden Teile (§ 202–212) entwickelten nicht unwahrscheinlich. Dadurch musste der Wasserstand beträchtlich erniedrigt werden und damit auch die Temperatur. Ob nun wirklich eine Eiszeit eintrat und in welcher Ausdehnung, das hing von der Höhe der Schneegrenze und der der gebildeten Gebirge ab. Hier

aus erklärt sich der Wechsel von Glazial- und Interglazialzeiten, indem die Schneegrenze den periodischen, klimatischen Faktoren entsprechend ihre Höhenlage änderte. Ausserdem scheint aber im ganzen während der Erdgeschichte die Schneegrenze allmählich herabgestiegen zu sein, da die Eiszeiten immer universeller werden, je mehr wir uns der Gegenwart nähern. Doch mahnt uns die weite Verbreitung der algonkischen Konglomerate zu einiger Vorsicht, vielleicht haben wir es hier nur mit noch grösseren Zyklen zu tun. Wir haben demnach eine ganze Reihe von Ursachen, durch deren Zusammenwirken eine Eiszeit hervorgerufen wird:

1. Die Erhebung ausgedehnter Gebirge.
2. Die Bildung von Tiefenbecken im Ozeane.
3. Die Senkung des gesamten Ozeangrundes und korrespondierend damit die Hebung der kontinentalen Gebiete.
4. Intensive vulkanische Tätigkeit.
5. Kleine Exzentrizität der Erdbahn.

Dazu können eventuell noch verschiedene andere Ursachen kommen; z. B.:

6. Aufenthalt des Sonnensystems in sternenarmen Gebieten des Weltalls.
7. Geringere Wärmestrahlung der Sonne.
8. Geringere Schiefe der Ekliptik.

Erst durch das Zusammenwirken verschiedener Ursachen kommt die Eiszeit zustande, der Hauptfaktor aber muss, das sei hier nochmals hervorgehoben, nach der zyklischen Anordnung die Gebirgsbildung sein. Die Gebirge werden nun durch die Atmosphärilien wieder zerstört, und zwar ist es gerade die Eiszeit mit ihren eminenten Sprengwirkungen, die diesen Niederbruch befördert. Die Schuttmassen werden fortgeführt und zum grossen Teile im Meere abgelagert, teils direkt als Sand und Tonschlamm, teils auf dem Umwege durch die Meerestiere als Kalkschlamm. Dadurch wird das Land erniedrigt, der Meeresspiegel erhöht. Die Folge ist ein Verschwinden der Eiszeit und eine weite Ausbreitung des Meeres über die flachen Festlandsränder. Wir bekommen eine Transgression. Dass aber durch massenhafte Sedimentanhäufung in Geosynklinalen schliesslich der Gebirgsbildungsprozess aufs neue ausgelöst wird, ist die Lehre der amerikanischen Geologenschule, voran Danas. Wir werden im folgenden Gelegenheit haben, noch auf eine andere Möglichkeit hinzuweisen, nach der auch auf die Transgression eine Faltung folgen muss, wie auch das Auftreten erdumspannender Transgressionen dort noch eingehender begründet werden soll (§ 211 bis 212).

C. Allgemeine Erdentwicklungsgesetze.

1. Gezeitenwirkung.

§ 199. **Mittelmeerischer Gürtel.** Es wurde schon im vorhergehenden mehrfach auf das auffällige Hervortreten eines mittelmeerischen Gürtels hingewiesen, der während der Entwicklung der Erde der Schauplatz der mannigfaltigsten Veränderungen und der grössten Umwälzungen gewesen ist. Fast während aller geologischen Perioden, deren Geschichte wir verfolgen können, sind wenigstens teilweise in ihm ozeanische Gewässer ausgebreitet. Freilich war die Entwicklung dieses mittelmeerischen Ozeanes, den Suess als Tethys bezeichnete, in den einzelnen Perioden sehr verschieden. Wir stellten wenigstens für die jüngeren Entwicklungszyklen mit ziemlicher Sicherheit die Tatsache fest, dass während der Transgressionsperioden der Mittelmeergürtel im allgemeinen vollkommener ozeanisch entwickelt war als im Anschlusse an eine Periode starker tektonischer Störungen. Es legt dies den Gedanken nahe, anzunehmen, dass dieser mittelmeerische Gürtel mit seinen Einsturzbecken, seinen Erdbeben, Vulkanen und Faltengebirgen ein charakteristischer Zug im Antlitz der Erde sei, verursacht durch dauernd wirkende Kräfte, die ihn immer wieder herstellten, wenn auch sein Verlauf zeitweise unterbrochen wurde. Sehen wir uns den Verlauf des mittelmeerischen Gürtels näher an, so könnten wir zunächst erwarten, ihn einen grössten Kugelkreis der Erde bilden zu sehen. Dies ist aber nicht der Fall, vielmehr verläuft der Gürtel nur parallel zu einem solchen, wie schon auf S. 428 erwähnt wurde, und zwar liegt er durchgängig auf seiner nördlichen Seite. Besonders bemerkenswert ist, dass dieser grösste Kugelkreis, der dem Mittelmeergürtel parallel verläuft, den Äquator unter 23,5° schneidet und also die beiden Wendekreise tangiert. Dazu kommt, dass ein diesen grössten Kreis orthogonal schneidender zweiter sehr nahe dem asiatischen, nord- und südamerikanischen Rande des Grossen Ozeans verläuft, allerdings auch Australien und die Antarktis einschliesst. Dies ist um so bemerkenswerter, als der Grosse Ozean unter den meridional sich erstreckenden Weltmeeren eine Sonderstellung einnimmt, indem er vor allen durch eine ausserordentliche Permanenz sich auszeichnet, wie wir oben auch zahlenmässig erkennen konnten. Während die anderen Ozeane im grössten Teile ihrer Erstreckung längere Zeit Festland waren, war dies beim Pazifischen nicht der Fall. Nur die oberkretazeisch-eozäne Verbindung zwischen Südamerika und Australien bildet bei ihm eine Ausnahme, die vielleicht noch ein Stück weiter in der Erdgeschichte zurückreicht, aber jedenfalls nicht weit, und die von allen transozeanischen Verbindungen noch die hypothetischste und merkwürdigste ist, deren Erklärung uns die grössten Schwierigkeiten bereitet. Diese oben erwähnte merkwürdige Beziehung zwischen der mittelmeerischen und der

pazifischen Orthodrome lässt eine gemeinsame Entstehungsursache des weitaus grössten und beständigsten Ozeans und des mit ihm an Alter wetteifernden Mittelmeergürtels nicht unmöglich erscheinen, und es bietet sich für ihre Entstehung eine Erklärung in urzeitlichen Gezeiten des Erdinnern (siehe auch Karte 11).

§ 200. Gezeiten des Magmas. Die Gezeitenwirkung von Mond und Sonne auf das Erdinnere ist lange Zeit eine heiss umkämpfte Streitfrage gewesen. Während die einen den hypothetischen Gezeiten des Magmas grosse Wirkungen zuschrieben und Erdbeben und vulkanische Erscheinungen mit ihnen in Verbindung brachten, wurden sie von anderer Seite gänzlich geleugnet. Letzterer Richtung müssen wir jetzt den Sieg zuschreiben, nachdem besonders durch Hopkins und Lord Kelvin gezeigt worden ist, dass der Verlauf der Präzession und Nutation nicht mit einer derartigen Annahme sich vertrage. Daraus kann allerdings noch nicht die Starrheit des Erdinnern gefolgert werden, nur müssen schroffe Grenzen zwischen den einzelnen Aggregatzuständen fehlen. In einem Sphäroid mit allmählich ineinander übergehenden Aggregatzuständen dagegen, wie es Günther annimmt, kann ebensowenig eine Flut zustande kommen, wie in einem durchaus starren Körper, und kann demnach anch nicht auf die Bewegungen der Erde einwirken. Dagegen können im Erdinnern Spannungszustände hervorgerufen werden, die auf die aufgelagerte Erdkruste nicht ohne Wirkung bleiben können, wenn sie auch die Erde als Weltkörper nicht beeinflussen. Für die Annahme dieses Zustandes des Erdinnern lassen sich nun wesentliche Gründe anführen. Es hat sich gezeigt, dass die Temperaturzunahme in den obersten Schichten der Lithosphäre annähernd linear ist. Dies ergibt auch die mathematische Untersuchung der Frage unter der Voraussetzung einer homogenen Erdkruste. Für im Verhältnis zum Erdradius geringe Tiefen ergibt sich für die Temperatur folgender Wert[1]):

$$t_x = t_0 (1 + n x),$$

(t_x Temperatur in der Tiefe x, t_0 Konstante, n äussere Wärmeleitungsfähigkeit).

Das heisst, die Temperaturzunahme ist linear. Bei grösseren Tiefen ist das allerdings nicht der Fall, da wir dann x nicht gegen den Erdradius r vernachlässigen dürfen. Die Gleichung müsste dann die Form annehmen

$$t_x = \frac{r}{r - x} \cdot t_0 (1 + n x).$$

Die Temperatur wird also etwas höher sein als unter obiger Voraussetzung; die Zunahme also noch rascher erfolgen, beträgt doch die Differenz der Temperaturen in den Tiefen x und x + 1

1) Nach Jäger, Theoretische Physik. Leipzig 1898. II. S. 110.

$$d_x = \frac{r\,t_0\,(1 + n\,r)}{(r - x)\,(r - x - 1)} = \frac{r\,t_0}{(r - x)^2}\,(1 + n\,r),$$

da r gegen 1 sehr gross ist.

Das ist aber ein Wert, der mit wachsendem x selbst zunimmt. Allerdings ist die Zunahme in der Nähe der Oberfläche sehr gering. Setzen wir sie umittelbar an der Oberfläche gleich 1, so ist sie in 2 km Tiefe gleich 1,00065. Nun ist freilich die Erdkruste nicht homogen und daher die geothermische Tiefenstufe lokal sehr verschieden, ja sogar in denselben Bohrlöchern, da die Gesteine verschiedene Wärmeleitungsfähigkeit besitzen. Dies zeigt das Beispiel der Bohrlöcher von Sperenberg und Schladebach. In ihnen beträgt nach den von Credner angegebenen Temperaturzahlen[1]) die Zunahme auf 1 m:

Sperenberg:	
27 m	
	0,064°
223 „	
	0,030°
287 „	
	0,045°
350 „	
	0,008°
414 „	
	0,063°
478 „	
	0,017°
605 „	
	0,044°
669 „	
	0,026°
1080 „	
	0,009°
1269 „	

Schladebach:	
36 m	
	0,026°
246 „	
	0,028°
516 „	
	0,030°
726 „	
	0,031°
936 „	
	0,026°
1116 „	
	0,032°
1266 „	
	0,036°
1356 „	
	0,029°
1446 „	
	0,022°
1536 „	
	0,021°
1626 „	
	0,018°
1716 „	

Die Veränderung der Abnahme ist zu unregelmässig, als dass sich hier auf empirischem Wege ein Gesetz feststellen liesse. Es überwiegt die Inhomogenität bei weitem die Tiefenzunahme, wie sie Arago aus den Beobachtungen hat erschliessen wollen[2]). Auch lässt sich die für die obersten Krustenschichten gefundene geothermische Tiefenstufe nicht ohne weiteres auf das Erdinnere ausdehnen, da dieses jedenfalls wegen seiner grossen spezifischen Schwere zu einem grossen Teil aus Metallen besteht, weshalb hier wegen der grösseren Wärmeleitungsfähigkeit derselben die geothermische Tiefenstufe eine beträchtlichere sein muss. Denn von den oben erwähnten Konstanten gilt, da $\frac{\pi^2}{r^2}$ fast unendlich klein wird:

$$t_0 = \frac{A\,\pi}{n\,r^2},$$

[1]) Credner, E. d. G. S. 9—10.
[2]) Haas, Der Vulkan. Berlin 1903. S. 24.

so muss d_x für wachsendes n abnehmen:

$$d_x = \frac{A\pi}{(r-x)^2}\left(1 + \frac{1}{nr}\right).$$

Die grösste beobachtete geothermische Tiefenstufe findet sich in den Kupfergruben am Oberen See, wo sie unter ganz abnormen Verhältnissen bis zu 70 m beträgt. Nehmen wir an, dass sie weiter im Erdinnern 100 m betrüge, so würden wir bei 100 km Tiefe 1000° Wärme erreichen und so fort. Es müsste daher schon lange vor der Erreichung des Mittelpunkts der Erde die kritische Temperatur der meisten Körper erreicht werden, über der sie auch unter dem gewaltigsten Druck nur als Gase existieren können. Nun ist die Temperatur der lichtabsorbierenden Schicht der Sonne nach Scheiner wegen des Verhaltens der beiden Magnesiumlinien 435,2 $\mu\mu$ und 448,2 $\mu\mu$ zwischen 4000° und 15000° C gelegen[1]), während sie Zöllner auf 13000° aufsetzt, und Féry und Willochau sie neuerdings auf 5900° bestimmt haben (Compt. rend. t. 143). Die in dieser Schicht nachgewiesenen Stoffe, wie Eisen, Kohlenstoff, Chrom, Nickel, Mangan, Kobalt, Palladium, Uran und andere müssen also einen niedrigeren Siedepunkt besitzen, da sie sonst nicht in Dampfform auf der Sonne existieren könnten. Bei den bisher untersuchten Stoffen beträgt nun die kritische Temperatur in absolutem Masse höchstens das doppelte der normalen Siedetemperatur, z. B. beim Wasser

$$\text{Siedepunkt } t = 100^\circ\text{ C} \qquad T = 373^\circ$$
$$\text{Absoluter Siedepunkt } \tau = 364^\circ \qquad T = 637^\circ.$$

Für die gewöhnlichen Temperaturen folgt daraus die Beziehung, dass die kritische Temperatur τ stets niedriger ist als die Summe der gewöhnlichen (t) und der absoluten (T) Temperatur des Siedepunktes bei einem Drucke von 1 Atmosphäre, bezw. stets kleiner als die um 273° vermehrte doppelte Temperatur des normalen Siedepunktes.

$$\tau < t + T \qquad \tau < 2t + 273.$$

Zum Beweise des Gesagten stellen wir einige normale und absolute Siedepunkte zusammen[2]) und geben dazu an (d), um wie viel τ grösser ist als 2t, sowie das Molekulargewicht m.

	t	τ	d	m
Alkohol C_2H_6O	78°	236°	80	46
Äther $C_4H_{10}O$	35°	194°	124	74
Chloroform $CHCl_3$	61°	260°	138	119,5
Wasser H_2O	100°	364°	164	18
Schweflige Säure SO_2 . . .	—10°	156°	176	64
Schwefelkohlenstoff CS_2 . .	46°	273°	181	76

1) Wislicenus, Astrophysik. S. 138—139.

2) Nach Rudolphi, Allgemeine und physikalische Chemie. Leipzig 1900. S. 39 und Graetz, Kompendium. S. 186.

	t	τ	d	m
Kohlensäure CO_2	−80°	31°	191	44
Ammoniak NH_3	−38,5°	130°	207	17
Stickoxyd NO	−153,5°	−94°	213	30
Stickoxydul N_2O	−92°	36°	220	44
Methan CH_4	−164°	−96°	232	18
Stickstoff N_2	−194,5°	−146°	243	28
Luft	−192°	−141°	243	28,88
Sauerstoff O_2	−183,5°	−119°	248	32
Wasserstoff H_2	−243°	−220°	266	2

Selbst bei den früher sogenannten permanenten Gasen wird, wie wir sehen, der angegebene Grenzwert nicht erreicht; beim Wasserstoff sind die absoluten Temperaturen der beiden Siedepunkte 30° und 53°! Bei Körpern mit hohem Molekulargewichte wird aber im allgemeinen die Differenz kleiner, wenn auch keine einfache Beziehung zwischen beiden Werten existiert; wir können aber auf Grund dieser Zahlen inbezug auf die Metalle erst recht die obige Annahme wagen.

Wir können dem analog schliessen, dass die kritische Temperatur der genannten Stoffe weit unter 26000° C, wahrscheinlich unter 12000° C gelegen ist, und da unter ihnen die schwerst schmelzbaren Elemente sich finden, so dürfen wir vermuten, dass überhaupt alle kritischen Temperaturen unter dieser Grenze gelegen sind. Nach der oben erwähnten hypothetischen Annahme würden wir nun eine derartige Temperatur in 2600 km Tiefe finden, so dass vom Erdradius etwa $^{3}/_{5}$ in die innere Gaskugel fielen, und diese ca. $^{1}/_{5}$ vom Rauminhalte der Erde ausmachte. Müssen wir so für das Innerste der Erde den gasförmigen Aggregatzustand annehmen, allerdings unter ganz anderen Bedingungen, als wir ihn gewöhnt sind, so müssen die zentralen Gase doch unter einem ungeheuren Drucke stehen, so dass sie in 2600 km Tiefe bei gleicher Temperatur, je nachdem wir die Dichte der Erdkruste 2,7 oder die der Erde 5,6 der Rechnung zugrunde legen, etwa $^{1}/_{700000}$ bezw. $^{1}/_{1'450000}$ des Volumens an der Erdoberfläche einnehmen würden. Die Gase werden daher an Gewicht und Dichtigkeit hinter den Metallen nicht zurückstehen. Der Wasserstoff hat allerdings bei 700000 bezw. 1'450000 Atmosphären Druck und 26000° C nur das spezifische Gewicht 0,65 bezw. 1,39, dagegen Sauerstoff 10,43 bezw. 21,61; Chlor 21,19 bezw. 43,89 usw., allerdings nur unter der Voraussetzung, dass das Mariotte-Gay Lussacsche Gesetz auch bei diesen hohen Drucken und Temperaturen gilt, was nicht streng der Fall ist. Vielmehr werden bei Drucken von mehreren Tausend Atmosphären die Gase weniger komprimiert, als nach diesem Gesetze, wobei die Temperatur eine wesentliche Rolle spielt, indem bei höheren Wärmegraden das Gesetz länger streng gilt. Ausserdem werden bei hohen Drucken die Gase jedenfalls einatomig, wodurch ihr spezifisches Gewicht sich auf die Hälfte vermindern muss. Die eben entwickelte Ansicht über das Erdinnere deckt sich übrigens in vieler Beziehung mit der von

Arrhenius[1]), die mir aber erst später in ihren Einzelheiten bekannt geworden ist.

Ist nun das Erdinnere zum Teil flüssig und gasförmig, so müssen in ihm Gezeitenwirkungen entstehen, die, wenn die Kruste starr genug ist, nur als Spannungen auftreten können, im andern Falle aber eine Aus- und Einbiegung der Kruste hervorrufen müssen. Letzteres müssen wir zum wenigsten für die erste Zeit der festgewordenen Erde annehmen, als die Kruste nur allmählich sich verdickte. Dieses täglich wiederholte Auf- und Niederbiegen der Erdkruste musste deren Verfestigung erschweren und teilweise zu Brucherscheinungen führen und das um so mehr, als in früheren Zeiten wahrscheinlich die Rotationsgeschwindigkeit grösser war als jetzt. Denn wenn durch die Kontraktion der Erde die Winkelgeschwindigkeit im Laufe der Zeit ein wenig vergrössert wurde und zwar in demselben Verhältnis, wie der Radius sich verkürzt (bei halbem Radius doppelte Geschwindigkeit), wirkt die Gezeitenreibung hemmend auf die Umdrehung, wie uns auch das Beispiel der Planeten zeigt, indem die grossen und entfernten Planeten die kürzeste, die mittleren eine mittlere und die sonnennächsten die relativ längste Umdrehungszeit besitzen. Hatte nun die Erde tatsächlich früher nur eine Rotationsdauer von 5³/₄ Stunden, wie Darwin annimmt[2]), so erfolgte damals die Durchbiegung der Erdkruste zirka viermal so oft als jetzt, und die Wirkungen mussten dem entsprechende sein. Diese Gezeitenwirkung kann nun nicht auf allen Teilen der Erdoberfläche gleich stark sein. In Gebieten, in denen Sonne und Mond den Zenith erreichen, muss sie intensiver sein, als in den Polarkappen, innerhalb deren dies nicht der Fall ist. Als die Erde noch glühend flüssig war, musste sie infolge der flutbildenden Kraft ein Ellipsoid mit drei ungleich langen Achsen bilden bezw. musste ihre Form durch die Addition zweier Rotationsellipsoide mit langer Rotationsachse zum eigentlichen Rotationsellipsoid mit kurzer Rotationsachse bestimmt werden. Die Pole dieser Flutellipsoide wanderten auf Parallelkreisen oder besser in ganz engen Spiralen um die Erde. Als sie mit einer dünnen Kruste sich umgab, musste diese durch diese Flutpole stark gehoben werden und dadurch in den Gegenden besonders leicht brechen, in denen die Flutpole am häufigsten ihren Weg nahmen. Bei der jetzigen Stellung der Erdachse ist dies bei der Sonnenflut die Zone der Wendekreise. Es kulminierte die Sonne im Jahre 1905 über der Zone nördlicher bezw. südlicher Breite von

Zone		Zone	
0—5° . . .	an 51 Tagen.	20—21° . . .	an 19 Tagen.
5—10° . . .	„ 55 „	21—22° . . .	„ 24 „
10—15° . . .	„ 59 „	22—23° . . .	„ 37 „
15—20° . . .	„ 76 „	23—23,5° . . .	„ 44 „
20—23,5° . .	„ 124 „		

[1]) Arrhenius, Svante, Zur Physik des Vulkanismus. Geologiska Föreningens i. Stockholm Förhandlingar, Stockholm 1900.

[2] G. H. Darwin, On the precession of a viscous spheroid and on the remote history of the earth. Philos. Transact. of the Royal Society v. 170. p. II. 1879. p. 494. 581.

An ebensovielen Tagen müsste also der Zenith- und der Nadirflutpol des flüssigen Magmas auf den betreffenden Zonen um die Erde herumlaufen. Die Spannung wirkt demnach in einer $^1/_2$°-Zone am Wendekreis neunmal so lange als in einer am Äquator. Ein Sonnenflutbruch müsste also unter den jetzigen Verhältnissen sich am leichtesten entlang den Wendekreisen haben bilden können, dagegen könnte durch ihn kaum die mittelmeerische Zone zustande kommen, wie Green in einer im folgenden noch näher zu erörternden Hypothese angenommen hat[1]). Schwieriger liegen die Verhältnisse bei der Mondflut, da die Mondbahn einen Winkel von 4° 59′ 55″ bis 5° 17′ 31″, im Mittel also von 5° 8′ 43″ mit der Ebene der Ekliptik bildet und seine Deklination deshalb zwischen 0° und 28° 36′ schwanken kann. Dazu kommt, dass die Ebene der Mondbahn sich in der Weise dreht, dass ihre Knoten in 6798 Tagen einen tropischen Umlauf zurücklegen[2]). Doch verteilen sich auch hier die Spannungen ähnlich, so z. B. in den Jahren 1904 und 1905, in denen die Deklination sehr klein war, in folgender Weise. Der Mond kulminiert, über der Zone nördlicher und südlicher Breite von

	1904:			1905:	
0— 4°	an	49	Tagen	an 49	Tagen.
4— 8°	„	59	„	„ 54	„
8—12°	„	60	„	„ 58	„
12—16°	„	81	„	„ 72	„
16—20°	„	117	„	„ 132	„
16—17°	„	26	„	„ 25	„
17—18°	„	44	„	„ 31	„
18—19°	„	47	„	„ 57	„
19—20°				„ 19	„
Maximum 18° 42′.				Maximum 19° 40′.	

Also auch hier ist die Spannung am Äquator verhältnismässig schwach, indem sie nur $^1/_4$ bezw. $^1/_5$ der Zeit wirksam war, wie zwischen 18° und 19°, und ebenso verhält es sich in Jahren grosser Monddeklination. Die Flutwirkung ist stets am längsten dauernd in den Grenzregionen des Kulminationsgebietes. Aus diesem Grunde wird die Bruchwirkung der Mondgezeiten sich auf dieselben Gebiete erstrecken wie die der Sonnengezeiten, d. h. auf die Zone der Wendekreise.

§ 201. Verschiebung der Erdachse. Diese Zone ist nun in der Jetztzeit durchaus kein besonders auffälliges Bruchgebiet. Aus diesem Grunde liegt der Gedanke nahe, an eine Verschiebung der Erdachse zu denken[3]). Wir nehmen an, vor der Erstarrung der Erdkruste habe die Rotationsachse senkrecht zur Ebene der Ekliptik gestanden, wie das

---

[1]) Siehe S. 521 ff.

[2]) Moebius-Wislicenus, Astronomie. Leipzig 1900. S. 60.

[3]) Vgl. hierzu Emerson, The Tetrahedral Earth and Zone of the Intercontinental Seas. Bulletin of the Geological Society of America. T. 11. 1900. p. 61—96.

ja jetzt noch annähernd bei dem jedenfalls noch nicht völlig erstarrten Jupiter gilt (Neigung nur 3° 6′). Die Pole der Erde mussten demnach auf den jetzigen Polarkreisen liegen. Soll die mittelmeerische Zone parallel dem alten Äquator verlaufen, so verlegen wir den Nordpol am besten auf 181° O. Er bildet dann beiläufig gesagt, den Mittelpunkt des Aleutenbogens, der auf 75,5° N. alter Breite gelegen wäre, und liegt am inneren Ende der Heiligen-Kreuz-Bucht auf der Tschuktschen Halbinsel[1]). Der alte Äquator kreuzt den jetzigen östlich der Galapagos-Inseln nördlich der Insel S. Christobal, geht von hier nach Varinas, zwischen Grenada und Tobago hindurch, trifft die afrikanische Westküste in der Bucht de Cypriano, läuft nahe am Wendekreise durch die Wüste, dann parallel dem Hochlande von Tibesti, kreuzt den Nil bei Sakiet el Abd, schneidet Jemen ab, verlässt Arabien bei Scharkat, geht zwischen den Lakkadiven und Malediven durch den Achtgrad-Kanal, südlich von Ceylon vorüber, schneidet den Äquator zum zweiten Male unter 91° O., geht über Engano und Südwest-Java nach Kap Londonderry, schneidet Nordaustralien und die Yorkhalbinsel ab, verlässt Australien bei der Edgecumbebai, führt südlich um Neukaledonien, kreuzt die Cook- und Paumotu-Inseln und kehrt zu den Galapagos-Inseln zurück. Wollen wir den Verlauf eines alten Breitengrades auf der Karte verfolgen, so bedienen wir uns der Formel:

$$\sin\varphi = \frac{\sin\varphi' \cdot \sin^2\alpha \cos\alpha + \operatorname{tg}\lambda \cos\varphi' \sin\alpha \sqrt{\cos^2\alpha + \operatorname{tg}^2\lambda - \operatorname{tg}^2\varphi' \sin^2\alpha}}{\cos^2\alpha + \operatorname{tg}^2\lambda} + \sin\varphi' \cos\alpha$$

(φ' alter Breitengrad, φ und λ jetzige Koordinaten, α Drehungswinkel der Achse = 23° 27′).

Für den Äquator vereinfacht sich die Formel zu

$$\sin\varphi = \frac{\sin\alpha}{\sqrt{1 + \frac{\cos^2\alpha}{\operatorname{tg}^2\lambda}}}.$$

Vermittelst dieser Formeln ist der Verlauf der auf der Karte 12 eingetragenen Breitengrade berechnet. Der alte Parallelkreis 29,5° N. schliesst mit dem Äquator den mittelmeerischen Gürtel ein. Dessen Entstehung in der Urzeit der Erde wird nun erklärlich. Wenn die Erdachse annähernd senkrecht auf ihrer Bahn stand, so kulminierte die Sonne jahraus jahrein über dem Äquator und die Bruchwirkung der Magmasonnengezeiten musste hier ausserordentlich gross sein, indem im Laufe eines Jahres die Äquatorialzone bei der jetzigen Rotationsgeschwindigkeit 353 mal, bei der von Darwin angenommenen alten dagegen sogar gegen 1470 mal von den Gezeiten umkreist wurde. Darwin nimmt allerdings an, dass auch der Monat früher kürzer war

[1]) Arldt, Beitr. z. Geophysik. VII, 3. 1905. S. 312—313.

als jetzt, doch relativ um weniger als die Tage[1]), so dass diese Zahl eher als untere Grenze des wahrscheinlichen Wertes anzusehen ist. Während die Sonnengezeiten dauernd im Äquator wirkten, war dies bei den Mondgezeiten damals bereits nicht der Fall. Ihre Maximalwirkung lag bei 5° N. und 5° S. Das Verhältnis der Wirkungen in den einzelnen Zonen können wir durch einen Analogieschluss annähernd ermitteln, indem wir den alten Mondlauf mit dem scheinbaren jetzigen Sonnenlauf vergleichen. Die Kulminationen dürften sich danach etwa folgendermassen verteilen:

0—1°	an	48	Tagen.
1—2°	„	50	„
2—3°	„	55	„
3—4°	„	65	„
4—5°	„	147	„

Da die Flutwirkung des Mondes jetzt noch ca. 2,2mal so gross ist als die der Sonne, so wäre demnach damals der Äquator das Hauptbruchgebiet gewesen, weil auf ihm die Zenit- und die Nadirflut umliefen. Die jährliche Störung in der Äquatorialzone könnten wir nach Dauer und Intensität mit 730 + 211 = 941, diejenige beider Wendekreiszone mit 647 bezeichnen. In Wirklichkeit war vielleicht die Äquatorzone den Wendekreiszonen weniger überlegen, wenn nämlich Darwin mit seiner Annahme Recht hat, dass der Mond sich nach und nach von der Erde weiter entfernt hat, denn dann müsste natürlich früher die flutwirkende Kraft des Mondes grösser gewesen sein; doch würde der alte Äquator seinen ersten Platz erst einbüssen, wenn die Flutwirkung des Mondes 14,3mal so gross gewesen wäre als die der Sonne, d. h. wenn der Abstand des Mondes nur noch 0,5358 des jetzigen, also ca. 206000 km betrüge. Jedenfalls war aber die Zone zwischen 5° N. und 5° S. in der Urzeit der Erde ein Gebiet starker tektonischer Störungen. Die hier umlaufenden Hauptflutwellen haben hier die Erdkruste am häufigsten durchbrochen, und daher musste hier ein Gebiet grosser Unruhe bleiben, das später bei einer eintretenden Neigung der Erdachse, deren Gründe noch anzugeben sind, polwärts und zwar nordpolwärts wanderte.

Wir haben bei unserer Betrachtung uns mehrerer Abstraktionen bedient. Zunächst fassten wir nur den Verlauf der Kulminationspunkte der Gezeitenwelle ins Auge. In Wirklichkeit sind natürlich auch die seitlichen Teile der Flutwelle nicht ohne Wirkung. Doch einmal ist seitwärts des Kulminationskreises die fluterzeugende Kraft an sich schon geringer und dann auch nicht zentral gerichtet. Am geringsten ist die Wirkung ca. 60° seitwärts vom Fluthauptkreise[2]). Der alte Parallel-

---

[1]) G. H. Darwin, Ebbe und Flut, sowie verwandte Erscheinungen im Sonnensystem. Deutsche Ausgabe 1902. S. 250.

[2]) Darwin, Ebbe und Flut. S. 87.

kreis 60° N. steht nun, wie aus Karte 12 zu ersehen ist, in Beziehung zu den alten nordischen Massiven. Wie er können auch die benachbarten Gebiete nur mässig von der Flutwirkung betroffen worden sein. Im Süden schliesst 29,5° S. mit dem Äquator den grössten Teil der südlichen Massive ein, und der Verlauf von 60° S. zeigt, dass auf der alten Erde Südamerika und Afrika gleichweit südwärts gereicht haben würden.

Weiterhin ist eigentlich bei vorstehenden Erörterungen stillschweigend die Voraussetzung gemacht worden, dass die Schiefe der Ekliptik unveränderlich sei. Dies ist aber durchaus nicht der Fall, vielmehr ist sie Schwankungen von gegen 6° unterworfen. Doch können wir den gegenwärtigen Wert recht wohl als ein Mittel ansehen, da wir jetzt nach Lagrange gerade in der Mitte zwischen einem Maximum und einem Minimum der Erdschiefe uns befinden (2000 v. Chr. 23° 52'; 6600 n. Chr. 22° 54').

Durch die oben gegebene Erklärung erscheint es natürlich, dass der jetzige Äquator in der Erdgeschichte nie eine hervorragende Rolle gespielt hat, dass er vielmehr in seiner Bedeutung durch den Mittelmeergürtel weit überragt wird. In diesem, dem alten Äquatorialgürtel, war eben von Anfang an eine Schwächezone vorhanden, und auch als die Erde ihre jetzige Stellung eingenommen hatte, lösten sich die inneren Spannungen an den Stellen aus, wo sie die schwächsten Stellen der Erdkruste fanden. Gleichzeitig mit diesem Äquatorialbruch der mittelmeerischen Zone scheint sich nun ein meridionaler gebildet zu haben, den wir als Ebbebruch auffassen können. In diesem kann allerdings die Gezeitenwirkung nicht so gross gewesen sein. Denn während die Flut nur zwei Kulminationspunkte besitzt, tritt die Ebbe gleichzeitig auf einem grössten Kreise ein, der zur Verbindungsgeraden beider Flutpunkte senkrecht steht. Es erstreckt sich daher die Ebbespannung im Laufe des Tages gleichmässig über die ganze Erde und sie würde bei alleiniger Wirksamkeit die Erdkruste mit einem Netze kreisförmiger Sprungsysteme bedecken, die in ihrem Aussehen der bekannten Zeichnung der Uhrgehäuse ähnelten. Unter diesen zahlreichen möglichen alten Meridiankreisen kann aber nur einer in Betracht kommen. Es ist der 0°-Meridian, dessen mit dem alten und dem neuen Äquator gemeinsamer Durchmesser der Achse ist, um die wir uns das Koordinatensystem der Erde gedreht denken müssen. Sein Verlauf berechnet sich nach der Formel

$$\sin \varphi = -\frac{\cos \alpha}{\sqrt{1 + \frac{\sin^2 \alpha}{\operatorname{tg}^2 \lambda}}}.$$

Dieser Kreis ist der schon S. 510 erwähnte, der den Grossen Ozean, Australien und die Antarktis einschliesst, und auf den auch Richthofen

in einer seiner morphologischen Arbeiten über Ostasien hinwies[1]), indem auf ihm der Grosse Chingan, das Aldan- und das Stanowoigebirge gelegen sind. Ebenso deckt sich fast mit ihm Reibischs Kulminationskreis, der den Äquator in Ecuador und Sumatra unter 80° W. und 100° O. schneidet, aber nach Reibischs Ansicht eher ein Gebiet besonderer Ruhe ist. Auch in diesem Gebiete haben wie im Mittelmeergebiete andauernd tektonische Störungen stattgefunden, wie z. B. im Felsengebirge, das von allen Hauptfaltungsperioden betroffen zu sein scheint. Wir werden später sehen, dass auch dieser Kreis eine gewisse Bedeutung für die Entwicklung des Erdreliefs gewonnen hat.

Was nun die Zeit anlangt, in der die Erdachse ihre jetzige schiefe Lage angenommen hat, so muss diese wohl sehr weit zurückliegen. Es haben freilich verschiedene Forscher besonders aus paläophytologischen Gründen eine ähnliche Polverschiebung wie die oben angegebene angenommen, zum grossen Teile zur Erklärung der tertiären Pflanzenwelt. So fällt er nach den Angaben von Evans auf 180° O. und 70° N.[2]), also südlich der Wrangel-Insel (Evans verlegt ihn versehentlich zwischen Grönland und Spitzbergen). Neumayr[3]) verlegt den Pol auf 190° O. und 80° N., Nathorst[4]) auf 190° O. und 70° N., Paroche[5]) lässt ihn einen Kreis von 30° Durchmesser um den magnetischen Pol beschreiben. Aus anderen Gründen verlegt ihn Semper auf 200° O. zwischen 60 bis 70° N. Taylor[6]) verlegt ihn nach der Beringstrasse, die auch nach Michel Lévy[7]) und Marcel Bertrand[8]) der Ort eines wichtigen Punktes des Erdreliefs ist. Gegen eine so späte Änderung spricht der Umstand, dass eine Verschiebung der Rotationsachse mit ungeheuren Massenumsetzungen im Innern der Erde verbunden sein müsste, deren Wirkungen viel universeller verbreitet sein müssten als selbst die tertiären Faltungsvorgänge. Wir nehmen vielmehr an, dass die Erde bereits im Archäikum annähernd ihre jetzige Stellung eingenommen hat, wofür im folgenden noch weitere Gründe angegeben werden sollen. Dass aber wenigstens in der Urzeit der Erde der Pol eine andere Lage einnahm als jetzt, ist

---

[1]) v. Richthofen, Gestalt und Gliederung einer Grundlinie in der Morphologie Ostasiens. Sitzungsberichte der königl. preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, phys.-math. Klasse. 1900. Heft 90.

[2]) Quarterly Journal of the Geological Society. t. 32. p. 108.

[3]) Neumayr, Erdgeschichte. S. 514.

[4]) Nathorst, Paläontol. Abh. IV, 3. 1888. S. 53.

[5]) Mem. de la Soc. Arch. et d'Hist. Nat. de la Manche. Vol. 7. 1866.

[6]) Taylor, Crumpling of the earth's crust. American Journal of Sciences. 3th. ser. t. 30. 1895.

[7]) Michel Lévy, Sur la coordination et le répartition des fractures et des effondrements de l'écorce terreste en relation avec l'épanchement volcanique. Bull. Soc. Geol. Fr. Vol. 26. 1898. p. 199 u. Karte.

[8]) Marcel Bertrand, Déformation tétraèdrique de la terre et déplacement du pôle. Comptes Rendus. Vol. 130. 1900. p. 453.

Marcel Bertrand, Bull. Soc. Geol. France. Vol. 20. 1892. p. 164.

wegen der geringen Bedeutung des Äquators auch die Ansicht von Osmond Fisher[1]), und Prinz[2]) verlegt wie wir den alten Pol in einer neuen Veröffentlichung in die Gegend der Beringstrasse.

Wir sehen also, dass unter der Voraussetzung einer Achsenverschiebung innerhalb des Erdsphäroids durch die Gezeitenwirkung von Sonne und Mond auf das flüssige und gasförmige Erdinnere sowohl der meridionale Gürtel wie die grosse Permanenz des Pazifischen Ozeans sich erklärt, indem ersterer innerhalb des äquatorialen Flutbruchs liegt und letzterer von einem meridionalen Ebbebruch umrandet wird. Seit die Erdkruste genügend verdickt ist, tritt diese Energie nur in Form von Spannungszuständen auf, früher muss sie aber lange Zeit zu noch viel gewaltigeren Wirkungen geführt haben, infolgederen diese Gebiete in ihrer Verfestigung dauernd hinter der übrigen Erdkruste zurückgeblieben sind.

2. Tetraedrische Deformation.

§ 202. Das Vorhandensein eines mittelmeerischen Gürtels und eines an Ausdehnung weit die anderen überragenden Ozeans ist nur einer, allerdings einer der hervorragendsten Züge im Erdrelief. Daneben fehlt es aber auch nicht an anderen Zügen, die eine Erklärung zu fordern scheinen, so die Zuspitzung des Landes nach Süden, der Ozeane nach Norden, der Landring im Norden, der Wasserring im Süden, die antipodische Lage von Land und Meer, die Anordnung der Kontinente in drei meridionalen Paaren. Alle diese Erscheinungen und noch verschiedene andere mehr sucht eine Hypothese zu begründen, die gewöhnlich mit den kristallographischen von Delamotherie, Jameson, Oken, Hauslab und Beaumont zusammengestellt wird, da sie ebenfalls eine Kristallform als für das Erdrelief bestimmend ansieht, die sich aber sehr wesentlich von allen diesen Hypothesen unterscheidet. Sie wurde aufgestellt von Lowthian Green[3]), fand aber erst spät Eingang in weitere wissenschaftliche Kreise, wobei Lapparent[4]) ihr sehr wesent-

---

1) O. Fisher, Physics of the Earth's Crust. 1881. p. 183.

2) Prinz, L'hypothèse de la déformation tétraèdrique de la terre de W. Lowthian Green et de ses successeurs. Annuaire astronomique de l'observatoire royale de Belgique Bruxelles 1902. p. 299.

3) Lowthian Green, On the cause of the pyramidal form of the Outline of southern extremities of the great Continents and Peninsulas of the Globe. Edinburgh, New Phil. Journ. T. 6. 1857. p. 61.

L. Green, Vestiges of the molten Globe as exhibited in the figure of the earth's volcanic action and physiography. Part I. London 1875. Part II. The Earth's surface features and volcanic Phenomena. Honolulu 1887.

4) Lapparent, Traité de Géologie. 4. Ed. 1900.

Lapparent, Leçons de Géographie physique. 1896.

Lapparent, Sur la symétrie tétraèdrique du globe terrestre. Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences. Vol. 130. 1900. p. 614—619.

liche Dienste geleistet hat. Es sind weiterhin von M. Lévy[1]) und Marcel Bertrand[2]) Abänderungsvorschläge zu ihr gemacht worden, ebenso haben Gregory[3]) und Emerson[4]) die Hypothese weiter auszubauen gesucht, während sie gleichzeitig zusammenfassende Überblicke geben, wie letzteres auch Prinz[5]) tut. Endlich hat Verfasser auch selbst versucht, die Hypothese noch besser den irdischen Verhältnissen anzupassen unter Verwertung der von den genannten Forschern gefundenen Resultate[6]).

Nach dieser modifizierten Greenschen Hypothese können wir die Erde als ein Tetraedroid ansehen, d. h. als ein Tetraeder mit gekrümmten Kanten und Flächen, das in seiner Form nur sehr wenig von einer Kugel bezw. von einem Rotationssphäroid abweicht. Solche gekrümmte Oberflächenteile finden wir z. B. beim ungeschliffenen Diamant ziemlich oft.

a) Ursachen der Deformation.

§ 203. Wir müssen nun zunächst begründen, wie eine derartige Deformation möglich ist. Von allen regelmässigen Körpern hatte bei gleicher Oberfläche die Kugel den grössten, das Tetraeder den kleinsten Inhalt. Nehmen wir den Kugelinhalt als Einheit, so ergeben sich für die Inhalte der gleichoberflächigen regelmässigen mathematischen Körper folgende Werte:

Kugel	1,0000
Ikosaeder	0,9104
Dodekaeder	0,8687
Oktaeder	0,7776
Hekaeder	0,7236
Tetraeder	0,5498.

Nimmt daher das Volumen eines Tetraeders zu, ohne dass seine Oberfläche mit dieser Zunahme Schritt halten kann, so formt es sich zur Kugel um, wie z. B. beim Aufblasen eines aus Gummi gefertigten Körpers. Nimmt das Volumen einer Kugel ab, ohne dass die Oberfläche der Abnahme folgen kann, so ändert diese ihre Form in die Gestalt ab, die ihr am längsten die Erhaltung ihrer Oberfläche gewährleistet, d. h. die Tetraederform. Dass solche Umbildungen möglich sind,

---

1) Michel Lévy, Bull. Soc. Geol. France. Vol. 26. 1898. p. 105—121.

2) Marcel Bertrand, Comptes Rendus. Vol. 130. 1900. p. 449—464.

3) J. W. Gregory, The Plan of the Earth and its Causes. Geographical Journal. 1899. p. 225—251.

J. W. Gregory, The Plan of the Earth. The American Geologist. T. 27. 1901. p. 100—119. 134—147.

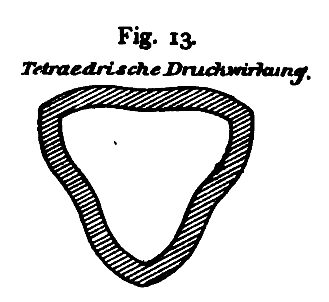
4) Emerson, Bull. Geol. Soc. America. T. 11. 1900. p. 61—96.

5) Prinz, Ann. astronom. de l'observ. royal de Belgique. 1902. p. 277—308.

6) Arldt, Beiträge zur Geophysik. Bd. VII, 3. 1905. S. 283—326.

ist auch experimentell nachgewiesen worden. Fairburn setzte eiserne Hohlzylinder von kreisförmigem Querschnitte hohen Drucken aus. Ihr Querschnitt näherte sich dann einem gleichseitigen Dreiecke mit abgerundeten Ecken und flach konkaven Seiten (Fig. 13), d. h. einer Figur, wie wir sie auch bei einem Schnitte durch die Südhalbkugel parallel zum Äquator erhalten, wenn wir in diesem Falle auch natürlich kein gleichseitiges Dreieck erwarten dürfen (Fig. 14). Eine wirkliche tetraedrische Umbildung ist von Lallemand an Kautschukballons, von Green bei Seifenblasen und bei im Wasser aufsteigenden Gasblasen beobachtet worden. Dagegen dürften die Beobachtungen vierspitziger Formen an den grösseren Planeten wohl noch etwas zweifelhaft sein. Durch das Gesagte ist erwiesen, dass eine tetraedrische Deformation möglich ist, allerdings nur für eine Kugel, die sich im Zustande der Ruhe befindet. Dies ist nun aber bei der Erde niemals der Fall gewesen und wird nie der Fall sein. Infolge ihrer Ro-

Fig. 13.
Tetraedrische Druckwirkung.



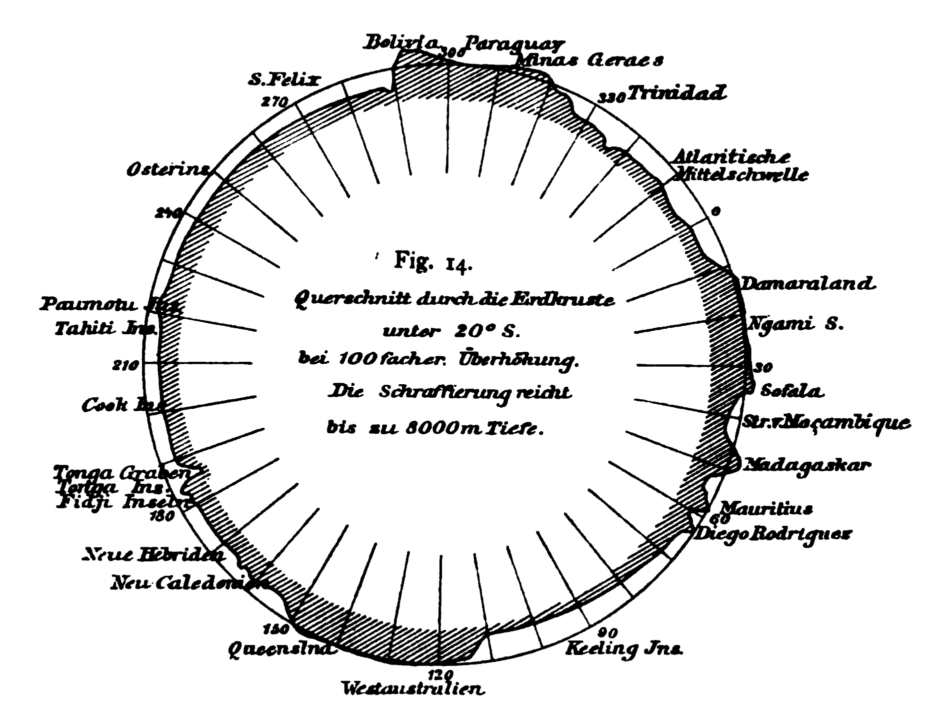


Fig. 14.
Querschnitt durch die Erdkruste unter 20° S. bei 100facher Überhöhung. Die Schraffierung reicht bis zu 8000 m Tiefe.

tation kann sie nie in ein ebenflächiges Tetraeder verwandelt werden. Die Umformung kann immer nur klein sein, da durch sie rückbildende Kräfte geweckt werden, die um so stärker werden, je weiter die Deformation fortschreitet. Dabei kommt es aber auch auf die Rotationsgeschwindigkeit an. Da wir annehmen müssen, dass letztere sich vermindert hat, so müssen

die tetraedrischen Züge im Laufe der fortschreitenden Erdgeschichte immer mehr hervortreten, und da die Rotation in den äquatorialen Gegenden am stärksten wirksam ist, so werden hier auch die rückbildenden Kräfte wirksamer sein, die tetraedrischen Züge treten daher in höheren Breiten deutlicher hervor. Dies sind zwei Tatsachen, die bei einer Beurteilung der tetraedrischen Hypothese berücksichtigt werden müssen, und die manchen scheinbaren Widerspruch gegen dieselbe erklären. Es ist anzunehmen, dass die umformenden und die rückbildenden Kräfte nicht immer genau im Gleichgewicht stehen werden, infolgedessen wird die Form der Erde einmal durch die einen, das anderemal durch die andere hauptsächlich bestimmt. Die Entwicklung der Erde muss also nicht in einem gleichmässigen immer deutlicheren Hervortreten der tetraedrischen Züge gesucht werden, vielmehr verträgt sich die Hypothese sehr wohl mit einer zyklischen Weiterentwicklung des Erdreliefs, wie wir sie im geologischen Kapitel erörtert haben.

b) Lage des Tetraeders.

§ 204. Es bedarf nun der Bestimmung der Tetraedereckpunkte. Nach dem Gesetze des geringsten Trägheitsmomentes müssen die Eckpunkte symmetrisch zur Rotationsachse liegen. Nach dem Relief der Erdkruste muss demnach der eine Eckpunkt der Südpol sein. Besser sagen wir vielleicht, die eine Eckfläche ist das antarktische Massiv, denn wie wir sehen werden, müssen wir uns die Ecken als abgestumpft vorstellen. Die drei anderen Ecken müssen in gleicher Breite gelegen sein. Läge dem Erdrelief ein reguläres Tetraeder zugrunde, so fielen diese Ecken auf 19° 28′ 27″ N., doch ist ein solch regelmässiger Körper gar nicht zu erwarten. Denn einmal ist die Erdkruste nicht homogen, was allein die Entstehung eines regulären Gebildes ermöglichen würde, und dann ist bei einem irregulären Tetraeder der Inhalt noch kleiner als beim regulären, so dass also auch in dieser Hinsicht sich gegen die Annahme eines unregelmässigen Tetraedroids kein Einwurf erheben lässt. Die drei Eckflächen sehen wir in den drei eingehend besprochenen nordischen Massiven, dem kanadischen und dem skandinavischen Schilde und dem Angaramassiv im engeren Sinne. Zum Zwecke eines zahlenmässigen Vergleiches bedürfen wir aber mathematischer Eckpunkte. In dem oben zitierten Aufsatz in den Beiträgen zur Geophysik ist ihre ungefähre Lage derart bestimmt, dass sie auf 61° N. und 26°, 112° und 272° O. fallen. Die Punkte liegen dann:

1. in Südfinnland südlich von Heinola, östlich von Lahtis,
2. auf dem Laufe der Konpina nordwestlich vom Hochlande von Patom,
3. in der Hudsonbai östlich von Kap Eskimo auf dem westlichen Teil der 200 m Isobathe.

Natürlich ist diese Annahme nur hypothetisch und nur deshalb gemacht, weil sie allein eine zahlenmässige Auswertung gestattet. Die mathematischen Kanten werden durch die Orthodromen zwischen den vier Eckpunkten gebildet, ihr Verlauf ist aus der beigegebenen Karte 12 zu ersehen. Hier seien nur einige Zahlenwerte gegeben. Die nördlichsten Punkte der drei borealen Kanten sind folgende:

1. indische Kante	68° N. bei 69° O.
2. pazifische Kante	84,5° N. bei 192° O.
3. atlantische Kante	73° N. bei 329° O.

Die Kanten greifen also zum Teil sehr weit nordwärts. Die Länge der Kanten bestimmt sich auf trigonometrischem Wege folgendermassen:

1. indische Kante	39,5°
2. pazifische Kante	57°
3. atlantische Kante	48°
4.—6. meridionale Kanten	151°.

Sehen wir hieraus schon die Unregelmässigkeit des Tetraedroids, so tritt dies noch deutlicher aus der ebenfalls trigonometrisch bestimmten Grösse der Tetraedroidflächen hervor, denen wir zum Vergleiche den Inhalt der Ozeangebiete einschliesslich des ihnen tributären Landes beisetzen. Dabei sind die abflusslosen Gebiete den Ozeanen zugewiesen, zu denen sie in den nächsten Beziehungen stehen, also dem Atlantischen Ozean die aralokaspische Senke, Innerkleinasien, das Tsadseegebiet, die südamerikanischen Gebiete; dem Grossen Ozean Hochasien und das nordamerikanische Plateau; dem Indischen Ozean, Iran, Arabien, Südafrika und Australien. Im Süden sind der Einfachheit halber die Meridiane der südlichsten Landspitzen als Grenzen angenommen, ohne damit die Berechtigung dieser Abgrenzung anerkennen zu wollen. Ebenso fügen wir die Grösse der Flächen bei, wenn wir die Kanten als Loxodromen auffassen, da dann die Übereinstimmung mit der tatsächlichen Grösse der Ozeangebiete besonders auffällig ist. Es nehmen dann von der gesamten Oberfläche der Erde ein die

	Orthodromisch:	Loxodromisch:		
1. Pazifische Fläche	43,5%	41,5%	Ozeangebiet . .	41%
2. Atlantische „	30,5%	29,5%	„ . .	32%
3. Indische „	23,5%	22,5%	„ . .	21%
4. Arktische „	2,5%	6,5%	„ . .	6,5%.

Die Abweichung beträgt also im Durchschnitt nur 2,5%. Nur die arktische Fläche wird durch die nordwärts vorspringenden Kanten ungebührlich verkleinert. Ihr Mittelpunkt liegt in dem Meere nördlich des Gebietes zwischen Spitzbergen und Franz Joseph-Land. Die Fläche liegt also ähnlich der der Antarktis exzentrisch zum Pol, doch umfasst sie das eigentliche arktische Tiefenbecken.

c) Folgen der Deformation.

§ 205. **Verteilung von Land und Meer.** Wandelt sich eine Kugel in ein oberflächengleiches Tetraeder um, so entfernen sich die Ecken und der grösste Teil der Kanten vom Mittelpunkte, die Flächen nähern sich ihm, denn es beträgt der Mittelpunktsabstand

der Ecken	1,6495 r
der Kanten	0,9523 r
der Flächen	0,5498 r.

Infolgedessen werden die ersteren über das Wasser empor sich erheben und Festland bilden, während die Ozeane auf den Flächen sich sammeln. Da nun beim Tetraeder jeder Ecke eine Fläche gegenüberliegt, so müssen demnach Land und Meer antipodisch auf der Erde verteilt sein, wie das Gregorys Karte der antipodischen Erdräume sehr schön zeigt[1]). Nur 1/20 der ganzen Landfläche liegt Land gegenüber[2]), so dem südlichen Südamerika das südöstliche Asien, dem Graham-Land die Taimyrhalbinsel, dem Victoria- und Wilkeslande der nordamerikanische polare Archipel mit Grönland.

Fig. 15.
Kugel und Tetraeder mit gleicher Oberfläche.



Von den verschieden grossen Flächen des Tetraedroids muss die grösste dem Erdmittelpunkt am nächsten liegen, auf ihr also die grösste Wasseransammlung stattfinden, wie ja nach den obenstehenden Zahlen tatsächlich die Flächen sich wie die entsprechenden Ozeane ordnen. Untersuchen wir die Beziehung zwischen der tetraedrischen Lithosphäre und der sphäroidischen Hydrosphäre weiter, so sehen wir, dass deren Schnittkurve auf der dem Mittelpunkte fernsten arktischen Fläche die Tetraederkanten nicht berührt. Dementsprechend wird das arktische Becken von einem Landringe umgeben, der zwar, wie wir sahen, niemals völlig geschlossen war, der aber doch auch nicht auf grosse Erstreckung hin unterbrochen wird und der im Laufe der Erdentwicklung immer mehr hervortrat. Bei derartigen Untersuchungen dürfen wir uns allerdings nicht an den vielfach zufälligen Verlauf der Küstenlinie binden, müssen vielmehr den Kontinentalsockel ins Auge fassen, als dessen untere Grenze wir am besten im allgemeinen die 2000 m-Linie ansehen. Das Maximum der Landentwicklung fällt dann auf 65° N. Im einzelnen beträgt die Landsockelentwicklung in Längengraden:

---

1) Siehe diese Gregory, Geogr. Journ. 1899. S. 228. — Emerson, Bull. Geol. Soc. Am. 1900. S. 68. — Arldt, Beitr. z. Geophysik. VII. 1905. Karte. Vergl. auch Stielers Handatlas. 9. Aufl. 1905. Karte Nr. 3.

2) Lapparent, Comptes Rendus. 130. p. 615.

bei 71° N.	290°	bei 64° N.	347°
„ 70° „	317°	„ 63° „	346°
„ 69° „	339°	„ 62° „	347°
„ 68° „	342°	„ 61° „	341°
„ 67° „	345°	„ 60° „	333°
„ 66° „	347°	„ 59° „	319°
„ 65° „	348°	„ 58° „	305°

Teilen wir die Erde in 5°-Zonen und ermitteln deren Durchschnittswerte, wobei die Ozeanbecken in der Weise abgegrenzt sind, wie es auf der Karte 12 angegeben ist, so finden wir als mittlere Länge des Landsockels

90—85° N.	2°	0— 5° S.	133°
85—80° „	54°	5—10° „	139°
80—75° „	196°	10—15° „	133°
75—70° „	282°	15—20° „	137°
70—65° „	344°	20—25° „	130°
65—60° „	343°	25—30° „	119°
60—55° „	302°	30—35° „	103°
55—50° „	278°	35—40° „	63°
50—45° „	239°	40—45° „	57°
45—40° „	221°	45—50° „	50°
40—35° „	204°	50—55° „	48°
35—30° „	189°	55—60° „	47°
30—25° „	187°	60—65° „	61°
25—20° „	176°	65—70° „	148°
20—15° „	162°	70—75° „	252°
15—10° „	146°	75—80° „	341°
10— 5° „	134°	80—85° „	360°
5— 0° „	112°	85—90° „	360°

Wir sehen hieraus, dass die Zuspitzung nach Süden zwischen dem Äquator und 30° S. unterbrochen ist, und dass das Minimum der Kontinentalerstreckung zwischen 55 und 60° S erreicht wird.

Dabei ist aber im Süden über die 2000 m-Linie hinausgegangen worden, sonst würden wir hier südlich von 56° S. einen zusammenhängenden Wasserring finden. Fassen wir unser Tetraedroid ins Auge, so schneidet die Lithosphäre-Hydrosphäre-Schnittkurve die meridionalen Kanten, da die Seitenflächen dem Mittelpunkte näher liegen. Von diesem Wasserring um 60° S. strecken die Ozeane sich nordwärts, hier in stumpfem Winkel endend, während die Kontinente nach Süden sich scharf zuspitzen. Die Flächenwinkel des Tetraeders müssen natürlich auch verschieden gross sein. Die kleinsten liegen zwischen den grössten Flächen und hier müssen also die Kanten am schärfsten sein.

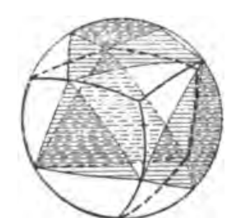


Fig. 16.
Tetraedroid.

Dementsprechend reicht das pazifisch-atlantische Südamerika am weitesten, das atlantisch-indische Afrika am wenigsten weit nach Süden. Im äusser-

sten Süden muss endlich aus dem geschlossenen Wasserring die letzte Eckfläche auftauchen, die Antarktis, von allen Kontinentalräumen der isolierteste.

Bei der angenommenen Orientierung des Tetraedroids müssen die Kontinente und Ozeane, abgesehen von der Antarktis und dem arktischen Ozeane, eine dreiseitige Symmetrie aufweisen. Dass wir drei meridionale Ozeane und drei meridionale Erdteilpaare besitzen, bedarf keiner besonderen Erörterung. Jetzt sind allerdings zwei der letzteren verschmolzen, doch waren diese beiden noch im Oligozän deutlich voneinander getrennt. Die Symmetrie geht aber noch weiter. Auffällig ist zunächst, dass die Südostränder der Südkontinente in ihrer jetzigen und in früherer Ausdehnung annähernd parallel verlaufen. Schalten wir durch trigonometrische Berechnung vermittelst der loxodromischen Formel

$$\mathrm{tg}\,\alpha = \frac{\lambda_1 - \lambda_2}{\log \mathrm{nat}\,\mathrm{tg}\,(45 + \frac{\varphi_1}{2}) - \log \mathrm{nat}\,\mathrm{tg}\,(45 + \frac{\varphi_2}{2})}$$

(α Richtungswinkel; λ Länge, φ Breite der Endpunkte)

die unwillkürliche Beeinflussung des Resultates beim direkten Messen auf einer Merkatorkarte aus, so ergeben sich folgende Werte:

Südamerika von Bahia grande (50° 27′ S.) bis P. de Coqueiras	33,0°
Afrika-Arabien von Kap Padrone bis Ras el Hadd	29,5°
Madagaskar von der Itaparinaspitze bis zum Ostkap	18,0°
Maskarenen-Dekhan von Rodriguez bis zur Huglimündung	30,0°
Tasmanien-Australien vom Südkap bis Danger Pt.	19,5°
Neuseeland-Tongainseln von der Macquarie-Insel bis zum Curaçao Riff	29,5°

Die Nordostränder schneiden diese Linien annähernd unter rechtem Winkel. Betrachten wir als solche die Linien Galera Pt.—C. Calcanhar, Eintritt des Euphrat in die Ebene — Ras el Hadd, Lyra Bank—Curaçaoriff, so erhalten wir als Schnittwinkel 89,5°, 101° und 82°. Im Norden tritt der Parallelismus mehr in den Hintergrund, doch zeigen die Ostränder aller drei Erdteilpaare den typischen S-förmigen Verlauf, der beim Atlantischen Ozeane längst aufgefallen ist. Eine weitere Symmetrie können wir darin finden, dass nach Emerson[1]) die mathematischen Mittelpunkte der Ozeane gleichabständig sind. Ermitteln wir die Mittelmeridiane nach der jetzt üblichen Abgrenzung, so fallen diese auf 83,5°, 207,5° und 330° C. Die Abstände betragen also:

Indisch-pazifischer Abstand	124°
Pazifisch-atlantischer Abstand	122,5°
Atlantisch-indischer Abstand	113,5°.

[1]) Emerson, Bull. Geol. Soc. Amer. 11. p. 69.

Dies ist um so bemerkenswerter, als wir bei der Betrachtung der Südmassive sahen, dass der pazifische Abstand fast einen halben Erdumfang beträgt (S. 477), so dass die Anordnung der Süderdteile Prinz veranlasst hat, eine vierseitige Symmetrie auf der Erdoberfläche anzunehmen[1]). Man ist dann gezwungen, ein viertes Festlandspaar innerhalb des jetzigen Ozeanes anzunehmen, wofür sonst keine Gründe sprechen, vielmehr viele dagegen, ganz abgesehen von der physikalischen Erklärbarkeit.

Eine weitere symmetrische Übereinstimmung der drei Ozeanbecken können wir darin sehen, dass sie zwischen 50° und 60° S weit nach Osten vorgeschoben sind, indem die pazifisch-atlantische Grenze durch Südgeorgien, die Süd-Sandwich- und die Süd-Orkney-Inseln, die atlantisch-indische durch die Prinz Edward-, Crozet-, Kerguelen- und Heard-Inseln, die indisch-pazifische durch Neuseeland und die Auckland- und die Macquarie-Inseln bezeichnet wird. Endlich stimmen die drei Ozeane auch darin überein, dass die grössten Tiefenrinnen fast ausschliesslich an ihrem Westrande liegen, so im Grossen Ozeane die Gräben längs der Kurilen-, der Karolinen-, der Tonga- und Kermadekinseln, im Atlantischen Ozeane der Graben entlang der Antillen. An der Ostküste kommen Gräben von über 6000 m Tiefe nur in sehr beschränkter Ausdehnung im Grossen Ozean bei Peru und Nordchile vor. Zu den genannten Ähnlichkeiten kommen noch eine Reihe anderer, auf die man schon früh aufmerksam geworden ist, und die Peschel als geographische Homologien bezeichnete[2]), besonders die schon von Bacon bemerkte Zuspitzung der Süderdteile und ihre Einbuchtung der Westküste.

Endlich zeigt sich die dreiseitige Entwicklung auch bei den nicht symmetrischen Elementen des Erdreliefs. Die Antarktis ist dreispitzig, indem sie gerade gegenüber den drei Südkontinenten am weitesten äquatorwärts sich erstreckt. Graham-Land, Kempland und Wilkes- und Victorialand sind diese drei Vorsprünge, zwischen denen die ozeanischen Becken weit südwärts vordringen. Ebenso hat das arktische Becken dreieckige Gestalt, die Spitzen liegen östlich der Färöer, bei der Mackenziemündung und am wenigsten scharf ausgeprägt etwa nördlich der Taimyrhalbinsel.

§ 206. Geodätische Wirkung. Wenn die Erde ein Tetraedroid ist, so liegt der Nordpol auf einer Fläche, der Südpol auf einer Ecke, infolgedessen muss das Südpolargebiet weniger abgeplattet sein als das Nordpolargebiet. Eine solche geringere Abplattung des Südens ist nun nach den Gradmessungen La Cailles und Maclears nicht unwahrscheinlich. Ebenso spricht für sie die Verteilung der Schwere.

---

1) Prinz, Ann. astr. 1902. p. 303. — Sur les similitudes que présentent les cartes terrestres et planétaires. (Torsion apparent des planètes.) Ann. Astr. 1891.

2) Peschel, Neue Probleme der vergleichenden Erdkunde. 1878. S. 70—72.

Steinhausers Karte der Pendellängen[1]) zeigt, dass die Schwere auf der Südhalbkugel besonders in höheren Breiten langsamer zunimmt als im Norden. Dass erst in diesen ein Unterschied deutlich hervortritt, ist nach dem früher Gesagten ohne weiteres verständlich. Auf der Nachbildung der Karte in den Beiträgen für Geophysik ist die Zone schraffiert, in der das äquatoriale Sekundenpendel um 2—3 mm verlängert werden muss, um Sekundenpendel zu bleiben. Es tritt dadurch der Unterschied der Nord- und Südhalbkugel deutlich hervor. Im Norden liegt die Zone hauptsächlich zwischen 40° und 50° N. im Süden geht sie fast durchaus über 50° S zum Teil sogar über 60° S. hinaus, und dabei müssten wir nach unseren sonstigen Beobachtungen auf dem ozeanischen Gebiete eher eine raschere Zunahme der Pendellängen erwarten als auf der landfesten Nordhalbkugel. Ist die Erde am Südpol weniger abgeplattet als am Nordpol, so erklärt es sich auch, dass die auf Grund der Präzessionstheorie berechnete Abplattung kleiner ist als der aus den Dichtegleichungen bestimmte Wert bezw. der Wert, der aus den vorwiegend auf der Nordhalbkugel angestellten Erdmessungen gefunden wurde. Du Ligondès[2]) bringt hierfür folgende Erklärung. Durch die Lage der Tetraederecken etwa auf 50° N. wird das Trägheitsmoment in bezug auf die Polarachse verkleinert. Diese Verkleinerung macht sich in der Präzession bemerklich, verschwindet dagegen als Wert niederer Ordnung in der von ihm angegebenen Dichtegleichung, die auf Grund der Annahme homogener Niveauflächen aufgestellt ist. Auch Lapparent[3]) meint, dass der Widerspruch zwischen dem grösseren durch Erdmessung auf der Nordhalbkugel und dem kleineren auf astronomischen Wege gefundenen Werte sich heben werde, wenn wir die südliche Abplattung in Betracht ziehen. Diese müsste demnach einen noch geringeren Wert haben als den astronomischen. Aus den genannten Gründen ergibt sich, dass Bessels verdienstvolle Berechnung des Erdsphäroids nur beschränkten Wert haben und keinesfalls auf die ganze Erde ausgedehnt werden kann, da die ihr zugrunde liegenden 10 Gradmessungen[4]) bis auf eine auf der Nordhalbkugel ausgeführt wurden und zwar 5 zwischen 52° und 57°. Die mittlere Breite derselben ist 40° 50′, was den ausschliesslich nordischen Charakter der Bestimmung deutlich charakterisiert. Ausserdem sind die Messungen bis auf 3 in Europa ausgeführt. Im übrigen weichen die Werte für die Abplattung der Erde noch zu weit voneinander ab (Helmert 299,26; Bessel 299,15; Ivanof[5]) 297,2; Clarke 293,5; Mittel aus Pendelbeobachtungen 285), als dass eine end-

---

[1]) Emerson, Bull. Geol. Soc. Am. 1900. p. 71. — Arldt, Beitr. z. Geophysik. VII. 1905. Karte.

[2]) Du Ligondès, Sur la variation de la densité à l'intérieur de la Terre. Comptes Rendus. Vol. 128. 1899. p. 160—162.

[3]) Lapparent, La Nature zit. n. Nature 1897. p. 36.

[4]) Zahlen nach Reinhertz, Geodäsie. Leipzig 1899. S. 104.

[5]) Verhandl. d. XII. allg. Konferenz d. Internationalen Erdmessung. Stuttgart. S. 389.

gültige Entscheidung über die besprochene Frage schon getroffen werden könnte. Bei diesen Bestimmungen der Abplattung ist übrigens noch nicht darauf Rücksicht genommen, dass die Lithosphäre im Norden noch stärker abgeplattet ist als die Hydrosphäre wegen der grossen von Nansen entdeckten Tiefen, während im Süden die Landnatur der Antarktis die Abplattung der Lithosphäre vermindert.

Die Tetraedroidform muss aber noch in anderer Weise durch Schwerebeobachtungen nachweisbar sein. Die ozeanischen Flächen liegen nach unserer Hypothese dem Erdschwerpunkte näher als die Kanten und Ecken. Infolgedessen müssen wir erwarten, dass wir auf den Ozeanen eine abnorm hohe Schwere beobachten, auf dem Lande dagegen verhältnismässig niedrige. Dies ist nun tatsächlich der Fall, und deshalb hebt besonders Preston[1]) hervor, dass die tetraedrische Umformung die Schwereunregelmässigkeiten am besten erklärt. Besonders geringe Schwere müssten wir an den Ecken erwarten. Tatsächlich hat man in Kanada und in Westrussland geringe Schwere gefunden[2]). Immerhin könnte diese durch Hohlräume oder Massen leichten Gesteins in der Tiefe verursacht sein, obwohl beides in einem archäischen Massive nicht sehr wahrscheinlich ist.

Die Schweremessungen sind für uns nur von beschränktem Werte, da sie zu sehr lokalen Einflüssen unterliegen, dagegen müssen wir noch einmal der Berechnung der Erddimensionen uns zuwenden. Wir haben schon erwähnt, dass Bessels Berechnung grösstenteils auf europäischen Messungen basiert und darnach stimmt sie auch am besten mit den späteren Beobachtungen überein, die in unserem Kontinente gemacht wurden. Dagegen stimmen nach Gregory[3]) vom Wolgabecken an Clarkes Schwerelinien besser mit den tatsächlichen Beobachtungen. Durch unsere Hypothese erscheint das sehr erklärlich, denn wir haben es hier ja mit einer anderen Tetraedroidfläche zu tun als in Europa. Wegen der gleichmässigen Druckverteilung im plastischen Erdinnern und wegen der Rotation der Erde werden die Flächen allerdings fast gleichmässig gekrümmt sein, aber nicht absolut, da dem die Starrheit der Erdkruste und besonders der Eckflächen entgegenwirkt. Durch die Einwirkung der letzteren wird die Krümmung etwas verkleinert und zwar um so mehr, je näher die Eckflächen einander liegen. Infolge davon wird also die kleinere Fläche den grösseren Krümmungsradius haben und einem grösseren Sphäroide anzugehören scheinen. Daher passen zu der kleineren indischen Fläche die von Clarke gefundenen grösseren Werte für die Erdachsen. Ebenso stimmt mit dieser Erklärung überein,

---

[1]) Preston, Report on the study of the earth's figure by means of the pendulam. Am. Journ. Scienc. ser. 3. t. 12. p. 451.

[2]) Gregory, Geogr. Journ. 1899. p. 244. — Emerson, Bull. Geol. Soc. Am. 11. p. 72.

[3]) Gregory, Geogr. Journ. 1899. p. 243.

dass nach Helmert[1]) der 52. Grad nördlicher Breite in Europa stärker gekrümmt ist als zu erwarten war. Doch die Übereinstimmung geht noch weiter. Der Unterschied der meridionalen Seitenflächen des Tetraedroids in bezug auf ihre Krümmung wird besonders in ostwestlicher Richtung gross sein, weil in dieser die Eckflächen besonders nahe aneinander liegen. In meridionaler Richtung dagegen kann er nur gering sein und nur indirekt verursacht, da die borealen Endpunkte alle gleichweit vom antarktischen abstehen. Infolgedessen wird der Unterschied zwischen Bessel und Clarke für die grosse Achse grösser sein müssen als für die kleine (0,013% gegen 0,008%). Die Folge davon ist, dass die Messungen auf einer kleineren Seitenfläche zu einem grösseren Werte für die Abplattung führen müssen. Tatsächlich findet Clarke die Abplattung $\frac{1}{293,5}$ gegen den Besselschen Wert $\frac{1}{299,15}$. Auf der pazifischen Fläche müssten wir nach dem Gesagten für das Erdsphäroid kleinere Werte finden als Bessel, auf der arktischen grössere als Clarke. Die grundlegenden Messungen hierzu müssten im östlichen Asien oder westlichen Nordamerika bezw. etwa in Spitzbergen ausgeführt werden. Von allen diesen Werten würde die der pazifischen Fläche der Wirklichkeit am nächsten kommen, da bei ihr die störende Wirkung der Eckflächen am meisten ausgeschaltet ist. Denn betrachten wir den Minimalabstand der nordischen Massive im engeren Sinne in Meridiangraden, so erhalten wir nach den Zahlen auf S. 474:

Pazifischer Abstand	100°
Atlantischer Abstand	71°
Indischer Abstand	41°.

Wir können daraus den Schluss ziehen, dass die pazifischen Werte annähernd ebensoviel oder eher noch etwas weniger nach der negativen Seite von den Besselschen Werten abweichen werden als die Clarkeschen nach der positiven Seite, so dass wir also für die grosse Achse zirka 6376,6 km, für die kleine 6355,7 km erhalten würden. Der Kubikinhalt der Erde würde dann auf 1″082500′000000 km³ sich verkleinern, also um 300′000000 km³, während das Clarkesche Ellipsoid etwa um 400′000000 km³ grösser ist als das Besselsche. Beträchtlicher dürfte die Abweichung der arktischen Werte sein, doch hat deren auch nur annähernde Ermittlung für uns kein näheres Interesse, da ja diese Werte am weitesten von den wahren Erddimensionen abweichen dürften.

§ 207. Druckwirkung. Wenn eine Kugel mit starrer Kruste in ein Tetraedroid sich umformt, so ist dies nicht möglich ohne innere Druckwirkungen, denn es tritt dann in der Kruste ein Massenüberschuss ein. Verwandelt sich eine sphärische Schicht vom äusseren Radius r und

[1]) Helmert, Verh. d. XI. allgem. Konf. der Intern. Erdmessung. Berlin 1896. I. Teil. S. 190.

der Dicke d in eine gleichdicke, ebenflächige reguläre Tetraederschicht von gleicher Oberfläche, so beträgt dieser Überschuss

$$\Delta = 4\,rd^2\left(\sqrt{6\pi\sqrt{3}} - \pi\right) - \frac{4}{3}d^3(6\sqrt{3} - 1) = d^2(10{,}2892\,r - 12{,}5231\,d).$$

Dieser Wert ist für alle praktischen Fälle positiv und erreicht sein Maximum für d = 0,5478 r = 3489,3 km; dann ist aber d fast gleich dem Mittelpunktsabstand der Tetraederflächen, der 0,5498 r betrug, es fehlen nur noch 12,75 km. Eine Kruste von 600 km Dicke würde einen Massenüberschuss von 20891 Millionen km^3 ergeben. Wenn also auch die Umformung nur in geringem Grade stattfindet, so wird immerhin der eintretende Massenüberschuss zu Druckwirkungen führen, die entweder der Umformung entgegen wirken oder Faltungen an den Kanten und Ecken hervorbringen. Daher haben die Faltengebirge und mit ihnen die vulkanischen Linien im Norden meist äquatorialen, im Süden meridionalen Verlauf. Die Kanten sind also Gebiete grosser Unruhe der Erdkruste und als solche finden wir sie besonders auf der Südhalbkugel gut ausgeprägt. Die Anden, der ostafrikanische Graben und der Neu-Seelandzug zeigen die Richtung der Kanten, wenn sie auch nicht diese selbst repräsentieren, und es ist bemerkenswert, dass wir die grösste tektonische Unruhe in der amerikanischen Schwächezone finden, die der schärfsten meridionalen Kante entspricht, dann kommt die australische und zuletzt die afrikanische, die im Süden den grössten Flächenwinkel aufweist. Noch geringer müssen die Wirkungen an den borealen Kanten sein, die jetzt überhaupt nicht mehr die Rolle von Schwächezonen spielen. Dazu hat aber noch ein anderer Umstand beigetragen. Durch die Druckwirkung trat eine Verfestigung der Lithosphäre ein, und zwar am intensivsten in der Nachbarschaft der Ecken. Infolgedessen konnten die hier gebildeten Massive bei späteren Umformungen nur wenig oder gar nicht sich falten. Nur Brüche entstanden in ihnen und einzelne Schollen wurden in die Höhe gepresst, dagegen fanden Auffaltungen in grösserem Massstabe erst am Rande der nunmehr gewissermassen abgestumpften Ecken und Kanten statt. Durch die benachbarte Lage der nordischen Ecken musste daher in dieser Zone eine grössere Stabilität herrschen und die eigentliche Schwächezone erscheint südwärts gerückt, wo sie mit dem alten Flutbruche verschmolz, ihn in seinen Wirkungen noch verstärkend. Dieser Umformungsprozess führte also neben der Faltung auch zur Zerklüftung und damit zum Wiederzusammenbruch der aufgerichteten Kontinentalgewölbe. Wurde die Kruste sehr stark in Schollen aufgelöst, so konnten diese wieder der normalen Rotationsform sich anpassen, es folgte auf die Umformung eine Rückbildung, und da der Boden des Meeres sich hob, das Land sich senkte, so musste eine allgemeine Transgression die Folge davon sein.

§ 208. Torsionswirkung. Doch damit sind die inneren Umsetzungen in der Erdkruste noch nicht erschöpft. Bei der Bildung des

Tetraedroids entfernen sich die nördlichen Punkte von der Rotationsachse, die südlichen nähern sich ihr. Infolgedessen haben erstere für ihre neue Lage nun zu geringe, letztere eine zu grosse Längengeschwindigkeit. Infolgedessen bleiben die nördlichen Teile westwärts zurück, die südlichen eilen nach Osten voraus; es entsteht ein Torsionsbestreben in der Erdkruste, das an sich kontinuierlich von Breite zu Breite sich ändern muss. Suchen wir diese Frage zunächst vom mathematischen Standpunkte aus zu beantworten. Der Einfachheit halber betrachten wir zunächst die Umwandlung einer Kugel in ein ebenflächiges reguläres Tetraeder von gleicher Oberfläche. Wir haben dann im Süden der borealen Kanten Kugelhauben mit dreiseitigen Pyramiden von gleicher Oberfläche (abgesehen von der Grundfläche) zu vergleichen. Gehen wir nun vom Südpol längs der Kanten nordwärts, so liegt jeder Tetraederpunkt achsennäher als der entsprechende Kugelpunkt. Die Differenz wächst bis zu einem Maximum und nimmt dann wieder ab. Beide Punkte sind gleichabständig bei etwa 38° südlicher Breite. Dann ist der Tetraederpunkt weiter entfernt. Bei einem ungleichseitigen Tetraeder findet Ähnliches statt, nur tritt hier die Gleichabständigkeit erst weiter nördlich ein und Ähnliches gilt von allen anderen nach dem Südpol führenden Meridianen. Infolgedessen wird die Ostablenkung nach Süden nicht ununterbrochen wachsen, sondern die an sich meridionalen Linien werden zu nach Osten konvexen Bogen, die etwa zwischen 50°—60° S. ihren östlichsten Punkt haben mögen. Wir können nicht umhin, hier auf die merkwürdige Tatsache hinzuweisen, dass die Ozeane gerade in dieser Breite weit ostwärts übergreifen! Nördlich der borealen Kanten hätten wir Kugeldreiecke mit einem gleichseitigen Dreieck zu vergleichen. Doch da das Resultat nicht wesentlich sich ändert, so nehmen wir statt der Kugeldreiecke hier ebenfalls Kugelhauben zum Vergleich. Es ergibt sich, dass die Mittelpunkte der Kanten der Achse näher liegen als die entsprechenden Kugelpunkte, infolgedessen müssen sie ostwärts streben und der östliche Zweig der Kanten wird mit den Meridianen kleinere Winkel bilden als der westliche. Es müsste also bereits bei einer homogenen Erdkruste der Verlauf der tetraedrischen Kanten von den Orthodromen wesentlich abweichen, um wieviel mehr unter den tatsächlichen Verhältnissen. Ehe wir in dieser Frage weitergehen, sei noch darauf verwiesen, dass von den südlichen Schwächezonen die afrikanische etwa 10°, die südamerikanische 15°, die australische 60° Ostverschiebung gegenüber den mathematischen Kanten besitzt. Wir bekommen also dieselbe Reihenfolge wie bei der Anordnung der südlichen Massive nach der Breitenlage ihrer Massenschwerpunkte (S. 477), wie das ganz natürlich ist. Mussten doch die Gebiete um so weiter abgelenkt werden, je südlicher sie gelegen waren bezw. je mehr sie sich dem Ablenkungsmaximum näherten. Wir sehen aus diesen Zahlen, dass die Ostverschiebung nicht kontinuierlich stattgefunden haben kann, vielmehr müssen wir an-

nehmen, dass die südlichen Massive nach ihrer Verfestigung im ganzen sich um einen mittleren Wert verschoben haben, da sie zu starr geworden waren, um innerhalb ihres Gebietes Änderungen zu gestatten. Dann musste aber im Norden und im Süden dieser Massive eine sprungförmige Änderung im Grade der Ostverschiebung eintreten, die im Norden beitrug, die Inkonstanz der Mittelmeerzone zu erhöhen. Diese hat also die grosse Rolle, die sie in fast allen Perioden der Erdgeschichte spielt, in der Hauptsache folgenden Ursachen zu danken:

1. dem urzeitlichen Flutbruche,
2. der borealen tetraedrischen Schwächenzone,
3. der Torsion infolge der Ostverschiebung der Südmassive.

Die beiden ersten Ursachen müssen gleichmässig rings um die Erde wirken; dass die Mittelmeerzone ihren typischen Charakter als Störungsgebiet hauptsächlich dort zeigt, wo sie von zwei Kontinentalmassen eingeschlossen wird, kann nur durch die dritte Ursache sich erklären. Im Süden der Massive können wir vielleicht in den östlichen Vorsprüngen der Ozeane, das vom Auftreten vulkanischer Inseln begleitet ist, ein Analogon zum Mittelmeergürtel sehen, nur ist die Wirkung hier natürlich weit schwächer, da keine andere Ursachen da sind, die hier ein Schwächegebiet schaffen könnten. Indessen scheint die Torsion doch hinreichend gewesen zu sein, um eine Verbindung der Südkontinente mit der Antarktis dauernd zu verhindern. Eine weitere Torsion werden wir später (S. 538) noch zu erwähnen haben.

Damit ist das Gesetz der Ostverschiebung noch nicht erschöpft. Es ist das Verdienst von Emerson, darauf hingewiesen zu haben, dass nicht nur in nordsüdlicher Richtung ein Wechsel der Winkelgeschwindigkeit eintreten muss, sondern auch in ostwestlicher. Bei der Umformung verwandelt jeder Parallelkreis sich in ein Dreieck. Vergleichen wir dessen Seitenmittelpunkte mit den Eckpunkten, so sind drei Fälle möglich. Die Eckpunkte nähern sich der Achse weniger als die Mittelpunkte, die Eckpunkte entfernen sich von ihr, die Mittelpunkte nähern sich ihr, die Eckpunkte entfernen sich von ihr weiter als die Mittelpunkte. In allen drei Fällen müssen die Mittelpunkte bei der Umformung eine grössere Winkelgeschwindigkeit erhalten als die Eckpunkte und deshalb ostwärts drängen. Die Folge davon ist, dass die einsinkenden ozeanischen Flächen ostwärts einen Druck ausüben. An sich wirken sie schon durch ihr Einsinken wie Keile, das Aufsteigen der Festländer unterstützend. Diese Keilwirkung muss durch die Ostverschiebung einerseits abgeschwächt, andererseits verstärkt werden. Die aufsteigenden Kontinente hingegen werden westwärts zurückbleiben und infolge davon drängen im Osten der Ozeane beide Teile gegeneinander, während sie im Westen auseinanderweichen. Dies bewirkt, dass die Faltungsrichtung quer über die Ozeane nach Osten weist, wie wir dies sehr schön am Grossen Ozeane sehen. Der Druck am Ost-

rande presste mächtige Falten an die alten Massive. Wo diese zurückweichen, gehen die Falten fächerartig auseinander wie die Falten eines Tuches, das man in der Richtung auf einen schweren auf ihm stehenden Gegenstand zusammenschiebt. In die Lücken zwischen den Massiven dringen diese Hochgebirge in grossen Bogen ein, so dass das Karibische Meer wie der Meeresteil westlich des Süd-Georgien—Süd-Sandwich-Bogens noch dem Grossen Ozeane zuzurechnen sind. Auf der Westseite des Ozeanes dagegen entsteht eine Spannung. Es bilden sich hier langbeckenförmige Einstürze wie das Japanische Meer und tiefe Gräben, das aufsteigende Land aber fliesst in grossen Wellen diesen Tiefen zu und strebt so die Spannung auszugleichen. Daher sehen wir im Osten von Asien und Australien die Faltung durchweg nach dem offenen Ozeane hingerichtet. Bei den anderen Ozeanen können wir diese Erscheinungen nicht so ausgeprägt sehen, da sie, wie wir im geologischen Teile sahen, bereits im frühen Paläozoikum überbrückt waren und ihre Randgebiete längst nicht mehr zur Faltung neigen. Auch musste ihre Druckwirkung geringer sein, da die kleineren Flächen infolge geringerer Senkung ein schwächeres Ostwärtsstreben besassen. Immerhin fehlen dem Atlantischen Ozeane wenigstens nicht die tiefen Gräben, und auch an der Ausbildung des Antillen- und des Süd-Sandwich-Bogens hat jedenfalls die gewissermassen ansaugende Wirkung des Atlantischen Ozeans mitgewirkt. Die anderen jungen Faltengebirge gehören, wie wir sahen, alle der Mittelmeerzone an und zeigen ein sehr verschiedenes Verhalten. In dem engen Raume zwischen Europa und Afrika sind sie von den sinkenden Schollen gegen die alten Massive gepresst worden, also meist nordwärts gefaltet. Im Kaukasus[1]) tritt dann die Umkehrung ein. In Asien sind auch im Süden die Gebirge nach dem Meere hin gefaltet. Dagegen sind in Nordamerika die Alleghanies wieder nach dem Lande gefaltet. Die Erklärung dieses verschiedenen Verhaltens dürfte darin zu suchen sein, dass das nordamerikanische und das europäische Massiv zur Mittelmeerzone gleich liegen, dass dagegen das Angaramassiv von dieser weit entfernt ist. Der Faltungsprozess hatte daher hier den weitesten Spielraum, die Falten flossen also wie im Osten von dem aufsteigenden Lande weg. In der verschiedenen Lage zum mittelmeerischen Gürtel die wahre Ursache der eigentümlichen Asymmetrie der nördlichen Halbkugel zu suchen, scheint glaubhafter als das von Suess angenommene Fliessen der Erdmasse vom Rotationspol zum magnetischen Pole[2]). Auch dieser Grund ist schon seit den ältesten Zeiten wirksam, daher sehen wir auch die alten Gebirge dieselbe Faltungsrichtung einhalten.

§ 209. Wirkung auf die Erde als Weltkörper. Als das Erdsphäroid zum erstenmal in ein Tetraedroid sich umformte, konnte

---

1) Suess, A. d. E. I. S. 608.
2) Suess, Asymmetrie. S. 101.

dieses an sich jede beliebige Stellung zur Erdbahn einnehmen. Seine Lage musste abhängen von Dichteunterschieden der Erdkruste. In einer absolut homogenen Kruste können wir uns das Zustandekommen der Umformung überhaupt nicht vorstellen. So aber dürfen wir annehmen, dass die am frühesten erstarrten Teile der Erdoberfläche, die die grösste Festigkeit erlangt hatten, zunächst die Flächen des Tetraedroids bildeten, und dass die Kanten den zwischen ihnen liegenden Schwächegebieten folgten. Selbstverständlich waren diese nicht von vornherein nach dem tetraedrischen Plane angeordnet. Erst das Bestreben der Erde, die gleiche Oberfläche bei verkleinertem Inhalte beizubehalten, brachte nach und nach die diesem Bestreben günstigste Tetraedroidform hervor und bis zu dieser Zeit müssen gewaltige Massenumsetzungen innerhalb der Erdkruste stattgefunden haben, was vielleicht mit dazu beitrug, dass wir alle archäischen Schichten tektonisch gestört finden. Hätte nun dieses Tetraedroid sich so eingestellt, dass seine Achse mit der Rotationsachse der Erde zusammengefallen wäre, die, wie wir annahmen, im Anfange der Erdgeschichte senkrecht auf der Erdoberfläche stand, so konnte diese senkrechte Lage nicht dauernd beibehalten werden, da nördlich des Äquators ein Massenüberschuss vorhanden war. Das Verhältnis der nördlich gelegenen Massen zu denen der Südseite liegt zwischen 1:1 bei der Kugel und 37:27 oder 1,37:1 beim ebenflächigen regulären Tetraeder. Natürlich entfernt er sich nur wenig von dem ersten Werte, immerhin reicht der geringe Massenüberschuss hin, eine Störung der Lage der Erdachse hervorzurufen. Nach Greens Berechnung reichte er hin, um der Erdachse eine Neigung von 23,5° zu geben und gleichzeitig infolge der lunisolaren Anziehung die Erscheinungen der Präzession und Nutation hervorzurufen. Nach unseren früheren Erörterungen müssen wir aber annehmen, dass die Achse des Tetraedroids mit der alten Rotationsachse einen Winkel von 23,5° bildete. Die Folge davon war, dass die Rotationsachse sich innerhalb des Erdkörpers verschob, bis das Trägheitsmoment ein Minimum wurde d. h. bis beide Achsen zusammenfielen, die Erdachse also um 23,5° geneigt war. Gleichzeitig kamen durch die lunisolare Anziehung Präzession und Nutation zustande. Diese Polverschiebung musste ebenfalls zu grossen Massenumsetzungen in der Erdkruste führen und das um so mehr, als damals infolge der raschen Rotation die Erde mehr abgeplattet gewesen sein muss als jetzt. Grosse Veränderungen wurden dann weiterhin durch die Abnahme der Rotationsgeschwindigkeit der Erde und die damit zusammenhängende Verminderung der Abplattung derselben hervorgerufen. Dadurch wurde die alte Oberfläche für den Inhalt zu gross und musste auch aus diesem Grunde sich tetraedrisch deformieren, so dass diese Umformung selbst in dem Falle hätte eintreten müssen, dass die Gesteine beim Erstarren eine molekulare Ausdehnung erfuhren, wie es nach Stübels Theorie des Vulkanismus der Fall ist. In der Hauptsache würde natürlich in diesem Falle noch die

Volumverkleinerung bei der Abkühlung ohne Änderung des Aggregatzustandes überwiegen.

§ 210. Gleichgewichtskörper. Durch alle die angegebenen Kräfte hat die Erde schliesslich die Gestalt des Geoids angenommen d. h. eines Körpers, der einem Gleichgewichtszustande der wirkenden Kräfte entspricht. Um die Norm seines Aufbaues zu charakterisieren, habe ich diese Form als den symmetrisch-tetraedrischen Gleichgewichtskörper bezeichnet[1]). Zu den bisher erwähnten Kräften musste nach Darwin noch eine weitere Torsion hinzukommen, deren Ursache in der Gezeitenwirkung zu suchen ist. Da die lunisolare Anziehung in niederen Breiten stärker wirksam ist, so muss hier nach seiner Ansicht die Rotation stärker verzögert werden als in den höheren Breiten[2]). Diese Ursache könnte aber nur in der Urzeit der Erde wirksam gewesen sein, als die Erdkruste noch nicht den jetzigen Grad von Starrheit erreicht hatte. Merkwürdig bleibt aber der Umstand, dass wir z. B. an der Sonne in der äquatorialen Zone eine grössere Geschwindigkeit haben als polwärts und dass gleiches auch beim Jupiter der Fall zu sein scheint. Wir erhalten demnach das Resultat, dass die Gleichgewichtsform der Erde in der Hauptsache bedingt ist:

1. Durch das Streben nach Verkleinerung des Rauminhalts bei gleichbleibender Oberfläche.
2. Durch das Streben nach der Form eines abgeplatteten Rotationskörpers.
3. Durch die innere Spannung der Erdkruste.
4. Durch das Gesetz der Ostverschiebung.
5. Durch die Wirkung der inneren Gezeiten.
6. Eventuell durch die äquatoriale Gezeitentorsion.

Die Ursachen 3 und 4 werden durch Ursache 1 erregt, wirken ihr aber ebenso wie 2, 5 und 6 entgegen. Rechnen wir hierzu noch die Inhomogenität der Erdkruste, so dürfen wir uns nicht wundern, dass die Tetraedroidform nicht immer so rein hervortritt, als es wünschenswert erscheint, und dass sie zeitweilig ganz in den Hintergrund tritt. Im ganzen müssen wir wie schon gesagt annehmen, dass sie immermehr hervortritt, je mehr die Rotation sich verlangsamt, und zwar werden die tetraedrischen Züge zuerst in höheren Breiten das Übergewicht erlangen.

d) Schwankungen der Deformation.

§ 211. Angliederung. Wir haben uns bisher fast immer nur mit der Ausbildung des ersten Tetraedroids beschäftigt. Von den primären Gebirgen aber, die dem Zuge der Kanten folgten, finden wir keine Spur

---

1) Beitr. z. Geophysik. VII, 3. S. 306.

2) Darwin, Ebbe und Flut. S. 277—278.

mehr oder können sie wenigstens nicht nachweisen. Durch Brüche wurden sie in Schollen zerlegt, die teilweise absanken. Die Ecken waren auch hierin stabil, dagegen wurden von diesem Schicksale besonders die schmalen Kanten betroffen. Besonders wurden diese durch den mittelmeerischen Gürtel durchschnitten, der ihre Bruchstücke von den nordischen Eckmassiven schied. Ebenso musste auch weiter im Süden ein Bruch erfolgen, der der Spannung infolge der Ostverschiebung den Ausgleich gestattete. Wir erhalten demnach als Endprodukte der ersten Umformung vier besonders verfestigte Stellen, gewissermassen die Ecksteine der Erde, die nun dauernd die Lage des Tetraedroids bestimmten, sowie drei Bruchstücke der meridionalen Kanten, die sich südlich unmittelbar an die Mittelmeerzone anschlossen. Diese Schollen mussten natürlich auf die Weiterentwicklung des Erdreliefs bestimmend einwirken. Schon in der archäischen Zeit konnten die Gebirge nicht mehr direkt den Kanten folgen, sondern mussten an die alten Massive sich anlegen, die dabei nur lokal zu posthumen Faltungen gezwungen wurden. Durch diesen Vorgang der Angliederung junger Ketten mussten die Massiven rasch an Ausdehnung wachsen. Jedenfalls nahm auch die Gesamtfläche des trockenen Landes etwas zu, da mit der fortschreitenden Erkaltung und Verdickung der Erdrinde immer mehr Wasser zur Kristall- und Hydratbildung verbraucht wurde und immer mehr mechanisch als Grundwasser der Schichten einverleibt wurde. Durch diese Angliederung erklärt es sich, dass zwischen den nordischen Massiven auch ganz oder annähernd meridional verlaufende Ketten vorkommen, wie der Ural, das Felsengebirge und die Alleghanies oder auch der kaledonische Gebirgszug. Da nun die nördlichen Massive nahe aneinander liegen, so mussten sie bald zusammenwachsen, jedenfalls schon in vorkambrischer Zeit. Allerdings wurde der Zusammenhang zeitweise wieder durchbrochen, doch müssen wir die kaledonischen Faltungen Schottlands und Norwegens, sowie Ural und Timangebirge jedenfalls als posthume Faltungen ansehen. Beim Ural ist ja die Faltungsrichtung bereits in den die russische Tafel unterlagernden Gneisschichten ausgeprägt[1]). Nur die pazifische Lücke scheint im Karbon zum ersten Male geschlossen worden zu sein. Die Massive bildeten also sehr bald den nordischen Landring, an den sich demnach nunmehr äquatorial streichende Ketten angliedern mussten. Im Norden war der Anschub wegen der geringen Grösse der arktischen Fläche verhältnismässig unbedeutend, immerhin konnten hier die einzelnen Massive weit nach Norden wachsen, wenn sie auch später wieder durch Einbruch an Raum einbüssten. Nach Süden zu war der Raum nur für das Angaramassiv frei, an das sich deshalb das ausgedehnteste Faltenland der Erde anschliesst. Schon in karbonischer Zeit waren hier die Faltungen auf einen fast ebenso breiten Raum ausgedehnt als jetzt. Dagegen waren das nordamerikanische und europäische Massiv im Süden

[1]) Suess, A. d. E. I. S. 645. IIIa. S. 457. 465. 473.

durch die Mittelmeerzone eingeengt, die keine weit nach Süden reichende Entwicklung zuliessen. Ebenso waren das nordamerikanische Massiv im Westen, das Angaramassiv im Osten durch den pazifischen Kreis beschränkt, so dass hier die Faltungen immer wieder dieselben Gegenden betreffen mussten. Die südlichen Massive sind alle im Norden durch den Mittelmeergürtel abgeschnitten, im Süden durch die südliche Sprungzone begrenzt, infolgedessen musste bei ihnen die Angliederung hauptsächlich nach Osten und Westen hin erfolgen, d. h. die südlichen Massive haben die Tendenz, zu einem Landgürtel zu verwachsen, der nur durch den Pazifischen Ozean meist durchbrochen wurde. Bemerkenswert ist, dass der meist auch von Asien isolierte Kontinent Australien von Asien durch den pazifischen alten Meridiankreis getrennt wird. Es widerspricht also auch das Auftreten des südlichen Landgürtels nicht der tetraedrischen Hypothese, wenn es auch zunächst diesen Anschein hat. Die einzige Annahme, die sich kaum mit unserer Hypothese verträgt, ist die eines arktischen Festlandes, wie sie Frech und Lapparent für Kambrium und Silur machen. Doch ist diese Annahme so hypothetisch, dass sie nicht als wesentlicher Einwand gelten kann. Die in Betracht kommenden Tatsachen der Tierverteilung werden sich jedenfalls auch ohne die Annahme dieses Nordpolarlandes erklären lassen. Auf den Vorgang dieser Angliederung im einzelnen einzugehen, erübrigt sich an dieser Stelle, es sei hier nur auf das Kapitel über die Gebirgsfaltungen (S. 495—503) verwiesen, ausserdem wird im historischen Teile noch einmal darauf eingegangen werden.

§ 212. Zyklen. Es erübrigt nun nur noch die Untersuchung, wie sich die tetraedrische Umformung mit den Entwicklungszyklen der Erde verträgt. Wir haben bereits gesehen, dass die Umformung Gebirgsbildung zur Folge haben muss, sowie dass Transgressionen bei einer Rückbildung eintreten müssen. Es fragt sich nur, ob ausser den auf S. 509 angegebenen Ursachen noch ein weiterer Zusammenhang der Erscheinungen auf Grund der tetraedrischen Hypothese möglich erscheint. Dies ist nun tatsächlich der Fall. Die erstarrte Kruste formt sich tetraedrisch um. Die Folge davon sind Faltungen und Brüche. Durch letztere wird die Erdkruste immer mehr in einzelne Schollen zerlegt, und büsst dadurch an Starrheit ein, so dass die Rotationswirkungen wieder das Übergewicht erhalten. Das Tetraedroid nähert sich wieder dem Sphäroide. Dadurch werden aber die inneren Spannungen wieder aufgehoben. Während der Transgressionen schwächt sich daher der Vulkanismus sehr stark ab. Die Spalten schliessen sich wieder und die wieder starr gewordene Erde kann nun aufs neue umgeformt werden. Durch diese Umformung werden die Ozeane vertieft, die Kontinente erhöht, was die Entstehung einer Eiszeit erklärt. Dass wir gegenwärtig in einer Periode der Umformung leben, zeigen einmal die ausgesprochen tetraedrischen Züge des Erdreliefs, dafür spricht auch die zur Erklärung der Korallenriffe angenommene Senkung des pazifischen Grundes, sowie

die jetzt noch sehr lebhafte vulkanische Tätigkeit. Auch ist ja seit Beginn der tertiären Faltungsperiode erst verhältnismässig kurze Zeit verflossen, jedenfalls bei weitem nicht so viel, als den Anfang der alten Gebirgsfaltungen vom Beginne der nächsten grossen Transgression trennt. Endlich scheint ja auch der Gebirgsbildungsprozess noch durchaus nicht überall abgeschlossen zu sein.

Aus dem Vorhergehenden ergibt sich, dass die Tatsachen der Erdgeschichte nicht ganz regellos angeordnet sind, dass vielmehr allgemeine Gesetze bestimmend sie beherrschen. Allerdings ist deren Ineinandergreifen äusserst verwickelt und es wird noch lange dauern, bis wir die Entwicklung des Festlandes einwandfrei genetisch begründen können. Für jetzt müssen wir uns damit begnügen, die einzelnen Gesetze aufzustellen und so weit wie möglich ihre Wirkungen zu verfolgen, wie wir es in diesen Kapiteln versucht haben.

D. Die ältesten Ereignisse der Erdgeschichte.

1. Entstehung der Hydrosphäre.

§ 213. **Herkunft des Meerwassers.** In einem Buche, das mit der Entwicklung des Erdreliefs sich befasst, dürfen wir auch nicht unterlassen, die Frage der Entstehung der Meere einer Besprechung zu unterziehen. Am wenigsten ist über die Herkunft des Wassers selbst zu sagen. In der Hauptsache, müssen wir wohl annehmen, ist es aus der Atmosphäre kondensiert worden, sobald die Temperatur der Erdkruste unter 364,3° gesunken war. Wir haben schon früher (S. 396) erwähnt, dass vor diesem Zeitpunkte der Atmosphärendruck mindestens 250 mal so gross war als jetzt. Wir mussten aber in Wirklichkeit einen noch höheren Druck annehmen, da ja auch das ganze Grundwasser, sowie das Kristall- und Hydratwasser der Erdkruste jedenfalls noch zu einem grossen Teile in der Atmosphäre vorhanden war. Vor der Erreichung des genannten Temperaturgrades war aber auch beim grössten Drucke keine Wasserkondensation möglich. Sobald er aber erreicht worden war, mussten ausserordentlich beträchtliche Wassermassen in kurzer Zeit sich niederschlagen, da der kritische Druck des Wasserdampfes nur 194,6 Atmosphären beträgt. Infolgedessen musste sich, während die Erdkruste eine Temperatur von 364,3° besass, mindestens soviel Wasser niederschlagen, als der Druckdifferenz von 55 Atmosphären entsprach, d. h. es bildete sich eine Hydrosphäre von mindestens 550 m mittlerer Tiefe. Wahrscheinlich war aber der Urozean noch viel tiefer und hat vielleicht nicht viel hinter der jetzigen Meeresbedeckung zurückgestanden, doch entzieht sich die Menge des in der Lithosphäre enthaltenen Wassers jeder Schätzung, wir müssen uns also auf die Minimalzahlen beschränken, die der jetzt noch ozeanischen Wassermenge entsprechen. Nachdem dieser Urozean sich gebildet hatte, ging die Kondensa-

tion des Wassers beträchtlich langsamer vor sich und sie verlangsamte sich mit der Zeit immer mehr. Wir sehen dies, wenn wir die Siedepunkte für verschiedene Drucke zusammenstellen. Es siedet das Wasser bei einem Drucke von

10 Atmosphären	bei 178,9°	Differenz	4,5°
9 „	„ 174,4°	„	4,9°
8 „	„ 169,5°	„	5,5°
7 „	„ 164,0°	„	6,1°
6 „	„ 157,9°	„	6,9°
5 „	„ 151,0°	„	8,2°
4 „	„ 142,8°	„	10,0°
3 „	„ 132,8°	„	13,2°
2 „	„ 119,6°		

Es braucht sich also bei einem Druck von ursprünglich 10 Atmosphären die Temperatur nur um 4,5° abzukühlen, um eine Kondensation einer Wasserschicht von 10 m Tiefe hervorzurufen, bei ursprünglich 3 Atmosphären dagegen um 13,2°. Bei höheren Drucken muss natürlich die Kondensation noch viel rascher erfolgen. Nahm doch bei der Abkühlung von 364,3° auf 178,9° der Druck von 194,6 auf 10 Atmosphären ab, es kommen also auf ca. 185 Atmosphären nur ca. 185° Temperaturabnahme, d. h. im Mittel schlugen sich bei 1° Abkühlung 10 m Wasser nieder. In Wirklichkeit haben wir hier natürlich dieselbe Abnahme der Kondensation zu beobachten wie bei niederen Drucken. Es ist unmöglich anzunehmen, dass die Kondensation schneller hätte erfolgen sollen, als es oben angegeben wurde, denn wäre der Druck der Atmosphäre rascher vermindert worden, so hätte das Wasser der Ozeane ins Sieden geraten müssen und Gleichgewicht wäre erst dann hergestellt worden, wenn der oben angegebene Druck wieder erreicht wurde. Eher ist der umgekehrte Fall möglich, dass nämlich nicht alles Wasser sich niederschlug, das sich hätte niederschlagen können, wie ja auch jetzt der Atmosphärendruck beträchtlich grösser ist, als der Temperatur der Erdkruste entspricht. Diese letztere lässt sich allerdings vollkommen einwandfrei kaum feststellen, doch lassen die Temperaturverhältnisse in mässigen Tiefen der Erdkruste darauf schliessen, dass sie etwa um 15° C herum oder etwas tiefer liegen mag, d. h. etwa gleich ist der mittleren Temperatur der Erde im ganzen. Fragen wir nach der relativen Zeit, die nötig, um die Erde um eine bestimmte Anzahl Grade abzukühlen, so haben wir die Formel

$$t = t_0 \, e^{-\frac{m\pi^2}{\varrho^2}\tau}.$$

t bedeutet die Endtemperatur, t_0 die Anfangstemperatur, m die Temperaturleitfähigkeit der Erde, ϱ deren Radius, τ die Zeit. Diese Gleichung ergibt

$$\tau = \frac{\varrho^2}{m\pi^2 \log e} \log \frac{t_0}{t} = c \log \frac{t_0}{t},$$

worin c eine Konstante bezeichnet. In unserem Falle können wir $t_0 = 364{,}3$ setzen. Wir erhalten dann folgende relative Werte für τ:

t	τ	τ auf 1°
350°	0,01739 c	0,00122 c
300°	0,08434 c	0,00134 c
250°	0,16352 c	0,00158 c
200°	0,26043 c	0,00194 c
150°	0,38537 c	0,00250 c
100°	0,56146 c	0,00352 c
75°	0,68640 c	0,00500 c
50°	0,86249 c	0,00704 c
25°	1,16352 c	0,01204 c
15°	1,38537 c	0,02218 c

Wir sehen aus diesen Zahlen, dass das Tempo der Abkühlung der Erde mit der Zeit ausserordentlich abnimmt. Zwischen 50° und 25° brauchte die Erde fast 10mal solange Zeit, um sich um einen Grad abzukühlen, als zwischen 364,3° und 350°. Vergleichen wir damit die relativen Werte, die wir für die Zeitdauer der einzelnen Formationen angenommen haben, so können wir deren ungefähre Erdtemperatur durch Interpolation bestimmen, wenn wir die Anfangstemperatur der Gneisperiode kennen. Da, wie wir sahen, wir den Anfang des organischen Lebens sehr weit in dieser Formation zurückversetzen müssen, so werden wir für die Zeit, in der die untersten Schichten der 30000 m-Schichtenreihe des Gneis zur Ablagerung kommen, kaum mehr als 100° ansetzen dürfen, auch würden wir sonst für die späteren Formationen zu hohe Temperaturen erhalten. Ja selbst diese Zahlen scheinen eher noch zu hoch zu sein. Wir ermitteln unter dieser Voraussetzung folgende Werte:

Känozoische Periode	15,4°—15,0°
Kreide	15,8°—15,4°
Jura	16,2°—15,8°
Trias	16,7°—16,2°
Perm	18,0°—16,7°
Karbon	20,3°—18,0°
Devon	24,1°—20,3°
Silur	28,6°—24,1°
Kambrium	31,0°—28,6°
Algonkium	36,7°—31,0°
Urschiefer	45,4°—36,7°
Urgneis	100°—45,4°.

Es ergibt sich aus diesen Zahlen, dass die alten Eiszeiten viel lokaler gewesen sein müssen, als die diluviale, dass sie wahrscheinlich in der Hauptsache Kälteperioden waren. Übrigens muss bemerkt werden, dass mit diesen Zahlen nicht gesagt sein soll, dass die ganze Erdoberfläche diese Temperatur gehabt habe. Das wird ebensowenig wie in der Jetztzeit der Fall gewesen sein, muss doch schon damals die Sonnenstrahlung Temperaturunterschiede hervorgerufen haben. Setzen wir die Rechnung noch weiter fort, so erhalten wir eine Temperatur von 364,3° für eine

Zeit, die hinter dem Anfange der uns bekannten Gneisformation soweit zurückliegt, als die ersten vier Formationen und 1/4 des Silur ausmachen. Übersichtlicher wird das Resultat noch, wenn wir eine grössere Zeiteinheit wählen, z. B. die Zeit seit Beginn der mesozoischen Periode bis zur Quartärzeit. Wir erhalten dann folgende Werte. Es sind verflossen an Zeiteinheiten[1]) seit

Anfang des Mesozoikums	1	Anfang des Urschiefers	10,5
„ „ Perm	1,75	„ „ Urgneis	18
„ „ Karbon	2,875	Erdtemperatur 364,5°	30,25
„ „ Devon	4,5	„ 1000°	39,75
„ „ Silur	6,125	„ 3000°	50,25
„ „ Kambrium	6,875	„ 5000°	55
„ „ Algonkium	8,5	„ 15000°	65,5.

Es ist also hiernach seit der Bildung des Urozeans ungefähr ebensoviel Zeit vergangen, wie damals seit dem Zeitpunkte, in dem die Erde etwa die Temperatur der Sonnenatmosphäre besass, das Meer besitzt also ein relativ hohes Alter. Sehen wir die Bildung der Erdkruste etwa bei 1000° als vollendet an, wenn man auch als absolutes Minimum bei zähflüssiger Lava 670° C beobachtet hat[2]), so existierte während 76% der seitdem verflossenen Zeit ein wenigstens 550 m tiefer Ozean (s. § 273 u. Fig. 17).

Wir verlassen nun das Gebiet dieser Rechnungen, die ja leider nur auf ziemlich unsicherer Grundlage beruhen, aber uns doch ein ungefähres Bild von der Zeitdauer der einzelnen Abschnitte in der Geschichte der Erde geben können, und wenden uns nun der Frage zu, ob alles Wasser direkt aus der Atmosphäre sich kondensiert haben muss. In der Jetztzeit wird der Atmosphäre ständig Wasser durch Vulkane und Fumarolen zugeführt und zwar in ziemlich beträchtlichen Mengen, und gleiches müssen wir auch für die früheren Perioden annehmen. Finden wir doch bei den ältesten vulkanischen Gesteinen, den Diabasen, die Bildung von Tuffen, also von Gesteinen, die durch Zerspratzung des Magmas und Wiederzusammenbacken der Sprengstückchen entstanden sind. Diese Diabastuffe sind besonders im Devon häufig, fehlen aber auch sonst nicht. Auch enthalten selbst die festen Diabase im Mittel etwa 2% Wasser[3]) und stehen damit nicht hinter den jungvulkanischen Gesteinen zurück, deren Wassergehalt nach Credner ist

Basalt	2,4%	Andesit . . .	1,3%
Phonolith . . .	2,0%	Trachyt . . .	0,2—1%.

Die plutonischen Gesteine dagegen sind sehr arm an Wasser, doch fehlt es nicht gänzlich; so besitzt der Syenit noch ca. 0,6%. Auf keinen

[1]) Nehmen wir nach der früheren Berechnung das Diluvium zu rund 500000 Jahren an und übertragen das Verhältnis der Zeit zur Maximalmächtigkeit der Schichten auf die älteren Formationen, so würde eine solche Einheit ca. 10 Millionen Jahre betragen. Dabei ist aber von der durch Kontraktion frei werdenden Wärme abgesehen.

[2]) Haas, Der Vulkan. 1903. S. 226.

[3]) Credner, E. d. G. S. 243.

Fall können wir uns aber vorstellen, dass die ganze Wassermasse ursprünglich im Magma absorptiv eingeschlossen gewesen wäre[1]). Denn da die Absorptionsfähigkeit der Körper für Gase bei steigender Temperatur abnimmt, so wäre diese Tatsache nur unter der Voraussetzung denkbar, dass ein gewaltiger Druck auf dem Magma gelastet habe. Dieser fehlte aber, wäre alles Wasser im Magma eingeschlossen gewesen. War dagegen ursprünglich die Hauptmasse des Wassers in der Atmosphäre, so kann wohl ein beträchtlicher Teil davon auch von dem Magma absorbiert worden sein, ebenso wie andere Gase und Dämpfe. Dies wird besonders der Fall gewesen sein, als nach der Erstarrung der Erdkruste die Magmanester der Panzerdecke mit Wasser unter noch höherem Drucke in Berührung kamen. Auf diese Weise mag Wasser der Atmosphäre und durch diese dem Meere vermittelst der Vulkane zugeführt worden sein, das vorher noch nie ozeanisch war, in der Hauptsache war dies aber wohl nicht der Fall, vielmehr stammt wohl das vulkanische Wasser grösstenteils aus den Ozeanen, bezw. aus dem gleichzeitig mit jenen kondensierten Grundwasser. Nicht übergangen kann aber die Ansicht von Svante Arrhenius werden, nach der Wasser bei abnorm hoher Temperatur sich wie eine starke Säure verhält, die zur Kieselsäure im selben Verhältnisse steht, wie diese zur Kohlensäure. Während die letztere die Kieselsäure bei niedriger Temperatur verdrängt, wie bei der Verwitterung der Silikate, weicht sie ihr bei hoher, z. B. bei der Glasfabrikation. Die durch folgende Gleichung angegebene Reaktion verläuft im ersten Falle in der oberen, im zweiten in der unteren Richtung:

$$Na_4\,Si\,O_4 + 2CO_2 \rightleftarrows 2Na_2\,CO_3 + Si\,O_2.$$

Ebenso werden bei hoher Temperatur die Silikate nach Arrhenius durch Wasser zersetzt und in Hydrate übergeführt. Die Reaktion würde also folgende sein, die bei niederer Temperatur in umgekehrter Ricktung erfolgte:

$$K_4\,Si\,O_4 + 4H_2\,O = 4K\,O\,H + H_4\,Si\,O_4.$$

Da das Kieselsäurehydrat bei hoher Temperatur sich zersetzt, so würden also bei den Orthosilikaten für jedes freiwerdende Kieselsäuremolekül zwei Wassermoleküle gebunden, bei Metasilikaten dagegen nur eines:

$$K_2\,Si\,O_3 + 2H_2\,O = 2K\,O\,H + H_2\,Si\,O_3.$$

Nun macht auf Grund der von dem amerikanischen Chemiker Clarke gefundenen Werte[2]), die sich auf die Erdkruste bis zu 160 km Tiefe beziehen, das Wasser 8,16 % vom Gewichte derselben einschliesslich der Hydrosphäre aus, die Kieselsäure dagegen 52,72 %. Dividieren wir diese Zahl durch die Molekulargewichte, so erhalten wir 0,453 bezw.

---

[1]) Credner, E. d. G. S. 250, 235, 239, 232. — Ebend. S. 230.

[2]) Zitiert nach Sauer, Mineralogie und Kristallographie. 1906. S. 89—90.

0,906, d. h. auf jedes Molekül Wasser kommen genau zwei Moleküle Kieselsäure. Das Wasser würde also nur ausreichen, um die Hälfte der Metasilikate und ein Viertel der Orthosilikate zu zersetzen, es hätte also recht gut vollkommen an Basen gebunden sein können. Es würde dann also die Atmosphäre damals keinen wesentlich höheren Druck ausgeübt haben als jetzt und der erste, Niederschlag des Urozeans müsste beträchtlich später erfolgt sein, als es oben angenommen worden ist. Doch erscheint uns die ganze Annahme für die Urzeit der Erde nicht recht wahrscheinlich, da wir bei so hoher Temperatur eine Dissoziation der Salze erwarten müssen, der damals kein Druck entgegenwirkte. Wenn also die Arrheniussche Hypothese für die Verhältnisse in plutonischen Tiefen eine Erklärung zu bieten scheint, müssen wir sie für die früheste Zeit der Erdgeschichte ablehnen, wenigstens insofern, als sicher nicht alles Ozeanwasser dem Magma entstammen kann. Der gröste Teil war atmosphärisch, und unter seinem Drucke konnte weiteres Wasser vom Magma absorbiert sein, ebenso wie Wasserstoff, Chlorwasserstoff und andere Gase, die in heftigen Eruptionen ähnlich den Sonnenprotuberanzen aus ihm hervorbrachen, und von denen der erstere nach seiner Oxydation weitere Wassermengen lieferte. In der frühesten Kindheit der Erde war der Wasserstoff jedenfalls nur in elementarem Zustande, aber nicht an Sauerstoff gebunden, im Magma absorbiert. Damit hätten wir die Frage nach der Herkunft des ozeanischen Wassers erledigt.

§ 214. Herkunft des Meersalzes. Wir haben uns nun mit der Herkunft des Meersalzes zu beschäftigen. Die einen behaupten, dass es von vornherein im Meerwasser enthalten war, die anderen nehmen eine fortschreitende Versalzung des Meeres durch die Flüsse an. Wie es so vielfach der Fall ist, dürften auch hier beide Recht haben. Als bei Erreichung der Temperatur von 364,3° grosse Wassermassen auf der noch heissen Erdkruste sich kondensierten, mussten auch grosse Gasmengen mitgerissen werden, die das Wasser absorbiert. Denn wenn wir auch bei normalem Drucke alle Gase aus Wasser von 100° C entweichen sehen, so kann dies doch bei einem Drucke von 194,6 und mehr Atmosphären nicht der Fall sein. So werden besonders Chlorwasserstoff und Kohlensäure vom Wasser aufgenommen worden sein. Dadurch erhielt aber das Wasser eine grössere Lösungsfähigkeit für feste Stoffe. Die Erstarrungskruste der Erde bestand jedenfalls grösstenteils aus Doppelsilikaten von Tonerde einerseits, von Alkalien und alkalischen Erden andererseits. Von kohlensäurehaltigem Wasser werden diese nun teilweise unter Ausscheidung von Kieselsäure zersetzt. Diese konnte von dem heissen Wasser natürlich auch noch leichter gelöst werden als jetzt. Die Alkalien verbanden sich mit der Kohlensäure bezw. mit dem stärkeren Chlorwasserstoff in der Weise, dass die stärkeren Alkalien Kali und Natron Chloride bildeten, während z. B. der Kalk zum Karbonate wurde, zumal die Stoffe Neigung haben, schwer lösliche Verbindungen einzugehen. Wenn nun auch die alte Erdkruste nicht in

dem Masse mechanisch zerkleinert wurde wie jetzt, es fehlte ja die Wirkung schroffer Temperaturwechsel, die Sprengwirkung des Eises, die Tätigkeit der Organismen, so mussten doch wenigstens ihre oberflächlichen Schichten angegriffen werden, deren übrig bleibende Bestandteile, besonders kieselsaure Tonerde und Quarz dann das Material zur Entstehung der ältesten klastischen Gesteine lieferten. Wir sehen uns also zu der Annahme gezwungen, dass von vornherein der Urozean eine Salzlösung darstellte, in der mindestens Chloride und Karbonate enthalten waren. Dazu kamen aber jedenfalls noch Sulfate, die vielleicht aus Sulfiten sich oxydierten, wird doch schweflige Säure ebenfalls sehr reichlich vom Wasser absorbiert. Auffällig ist nun aber das Missverhältnis zwischen dem Kalium einerseits und Natrium und Magnesium andererseits im Meerwasser, indem das Meersalz enthält

Natriumsalze	77,8 %
Magnesiumsalze	15,8 %
Kalksalze	3,9 %
Kaliumsalze	2,5 %.

Da wir keinen Grund haben anzunehmen, dass Kalisalze dem Meerwasser wieder entzogen worden wären, so ist dies unter der Annahme schwer erklärlich, dass das Meersalz von Anfang an eine ähnliche Zusammensetzung gehabt haben soll; bilden doch jetzt die Kaliumsilikate den Hauptbestandteil gerade der verbreitetsten Gesteine aus der Granit- und der Gneisgruppe. Ausserdem sind aber auch die Kalisalze noch leichter löslich als die Natronsalze, so dass sie erst recht dem Meere hätten zugeführt werden müssen. Es bleibt nun die eine Annahme übrig, dass ursprünglich grosse Mengen reinen Natriumsilikates sich gebildet haben, die dann bei niederer Temperatur durch den Chlorwasserstoff zersetzt wurden. Teilweise wenigstens können wir wohl den Natriumreichtum des Meeres auf diese Weise erklären. Man hat allerdings die Kaliarmut auch auf anderem Wege zu erklären versucht, indem man den Salzgehalt des Meeres grösstenteils vom Lande herschrieb [1]). Die Kaliumsalze sollten dabei durch die Pflanzen verbraucht werden. Dies ist nun zweifellos teilweise richtig, insofern als keine Landpflanze ohne Kalium existieren kann. Aber dieses Kalium ward doch höchstens bei der Bildung von Kohlenlagern dem Boden dauernd entzogen und die in diesen gebundenen Kaliumsalze dürften kaum an Menge den während der Kohlenbildung durch Verwitterung frei werdenden Salzen vollkommen gleichkommen. Es muss demnach auch jetzt noch Kalium wenigstens in geringer Menge dem Meere zugeführt werden, ebenso wie andere Verbindungen. Betrachten wir diese Versalzung durch Flusswasser noch etwas näher. Zunächst erscheint der Salzgehalt von Flusswasser und Meerwasser nicht bloss quantitativ,

1) Kuntze, Phytogeogenesis. 1884. S. 64—114.

sondern auch qualitativ vollständig verschieden, indem vom Gesamtgehalt an Salzen[1]) entfallen auf

	im Meerwasser:	im Flusswasser:
Karbonate	0,3 %	60,1 %
Sulfate	10,8 %	9,9 %
Chloride	88,7 %	5,2 %
Verschiedene	0,2 %	24,8 %.

Als unwesentlich müssen wir den beträchtlichen Unterschied in der Führung von Karbonaten ansehen. Von diesen wird die Hauptmasse durch den kohlensauren Kalk gebildet, und an diesem muss das Meerwasser ausserordentlich arm sein, da dieser Stoff von zahlreichen Tieren aller Tierkreise und selbst von Pflanzen zum Aufbau ihrer Hartgebilde verwendet wird, ja es ist als sicher anzunehmen, dass der Kalkgehalt des Meerwassers einst viel grösser war, zum mindesten ehe kalkschalige Organismen in ihm lebten; müssen doch fast alle Kalkgesteine, die wir kennen, einmal im Meerwasser gelöst gewesen sein. Ob allerdings seit dem Auftreten der ältesten Organismen ein wesentlicher Rückgang stattgefunden hat, wie Kuntze ihn annimmt, erscheint sehr zweifelhaft. Sich bei der Beurteilung dieser Frage nur auf die Zahl der Brachiopoden zu stützen, die allerdings für eine derartige Annahme zu sprechen scheint, geht doch wohl nicht an; die grossartige Entwicklung der Rudisten lässt jedenfalls nicht auf eine fortschreitende Verarmung der Ozeane an Kalk schliessen. Es werden ja auch dauernd grosse Mengen von Karbonaten zugeführt. Nach Roth[2]) betragen die im Flusswasser gelösten Salze 0,167 ‰. Diese verteilen sich nach den obigen Zahlen in folgender Weise:

Karbonate	0,1001 ‰
Sulfate	0,0165 „
Chloride	0,0087 „
Verschiedene	0,0413 „

Die Gesamtmenge des durch Flüsse dem Meere zugeführten Wassers lässt sich nur abschätzen. Murray nimmt sie auf 25000 km^3 im Jahre an, eine Zahl, die auch Brückner[3]) bei seiner Aufstellung der Bilanz des Wasserhaushaltes adoptiert hat.

Dagegen beträgt der Rauminhalt der Ozeane nach Karstens etwa 1 288'500000 km^3 [4]), so dass die Flüsse 51540 Jahre brauchen würden, um das Meer auszufüllen. Die Gewichtsmengen sind 25000 Billionen kg bezw. 1324,6 Trillionen kg. Berechnen wir nun die Mengen der wichtig-

1) Schott, Phys. Meereskunde. S. 43.
2) Roth, Allgemeine und chemische Geologie. Berlin 1879. Bd. 1. S. 461.
3) Brückner, Meer und Regen. Naturwissenschaftliche Wochenschrift. 4. Bd. 1905. Nr. 26.
4) Günther, Physische Geographie. Leipzig 1901. S. 79.

sten Salzgruppen, die in diesen Wassermengen enthalten sind, so erhalten wir

	im Meerwasser:	im Flusswasser:
Karbonate . . .	139 080 Billionen kg	2''502 500 Millionen kg.
Sulfate	5''006 900 „ „	412 500 „ „
Chloride	41'''123 000 „ „	217 500 „ „

Um den Gehalt des Meerwassers an den betreffenden Salzen durch die Flüsse anzuhäufen, wären demnach erforderlich bei den

Karbonaten	55 576 Jahre.
Sulfaten	12'138 000 „
Chloriden	189'071 000 „

d. h. unter der nicht ganz zutreffenden Voraussetzung, dass die Salzzufuhr zum Meere immer ebenso gross war als jetzt. Die Zahlen beweisen uns, dass nicht nur der zugeführte kohlensaure Kalk grösstenteils verbraucht werden muss, da sonst das Meer jetzt weit mehr Kalk enthalten müsste, als tatsächlich der Fall ist, sondern dass auch Sulfate verbraucht werden müssen, allerdings nur ein weit kleinerer Teil als bei den Karbonaten. Tatsächlich sind verschiedene Meeresorganismen imstande, schwefelsauren Kalk zu spalten und den Kalk zum Aufbau ihrer Schalen zu verwenden. Wir sehen weiter aus diesen Zahlen, dass die Zufuhr von Chloriden durch die Flüsse vollkommen hinreicht, die Herkunft der Salze zu erklären, beträgt doch die dafür nötige Zeit fast genau soviel, als wir seit Beginn der Gneisperiode als verflossen angesehen haben. Wenn wir auch anzunehmen uns genötigt sahen, dass im Meerwasser von vornherein Salze aufgelöst waren, so scheint doch die Hauptmasse ihm erst durch die Flüsse zugeführt worden zu sein, indem diese die Auslaugung der verwitternden kontinentalen Gesteine dem Meere zuführten. Bemerkt sei hierbei, dass wir zu beträchtlich grösseren Zahlen kommen als Kuntze, der nur ca. 30' Millionen Jahre ausrechnet, da er den Salzgehalt der Flüsse höher annimmt. Aus den Zeitzahlen ergibt sich wenn wir annehmen, dass die Chloride in der Hauptsache unverbraucht im Meere sich anhäuften, dass von den Karbonaten 99,97 %, von den Sulfaten 93,6 % durch Organismen verbraucht wurden, annähernd gleiche chemische Beschaffenheit des Flusswassers in früheren Erdperioden vorausgesetzt. Alle diese Zahlen haben selbstverständlich nur einen Vergleichswert, konnte doch bei ihnen, abgesehen von der Abschätzung der Wassermenge der Flüsse, keine Rücksicht auf die mechanische Ausscheidung von Salzen in Salzlagern genommen werden. Da diese auch einst im Meerwasser gelöst waren, so muss die Zeitdauer der Meeresversalzung dementsprechend verlängert werden. Wegen dieser Ungenauigkeit können wir auch nicht daran denken, den Salzgehalt der Ozeane der einzelnen Perioden durch Interpolation auch nur annähernd genau bestimmen zu können. Nach-

folgende Tabelle macht hier nur den Anspruch, ein ungefähres Bild vom Anwachsen des Salzgehaltes geben zu wollen, ohne Rücksicht auf die Wiederausscheidung der Salze. Wir nehmen der Einfachheit halber an, dass die allerersten Niederschläge eine Wasseransammlung vom Gehalte 0 gebildet hätten, was nach dem oben Gesagten nicht der Fall ist. Es ist demnach in Wirklichkeit der Salzgehalt wahrscheinlich überall etwas höher anzusetzen. Wir erhalten unter der Voraussetzung einer kontinuierlich gleichmässig fortschreitenden Versalzung der Ozeane folgende Werte. Es betrug der Salzgehalt der Ozeane im

Mesozoikum und Känozoikum	33,8—35,0 ‰	nach	Kuntze	10,25—35 ‰.
Perm	33,0—33,8 ‰	„	„	10—12,5 ‰
Karbon	31,7—33,0 ‰	„	„	5—10 ‰
Devon	29,8—31,7 ‰	„	„	2,5—5 ‰
Silur	27,9—29,8 ‰ }	„	„	0—2,5 ‰
Kambrium	27,0—27,9 ‰ }			
Algonkium	25,2—27,0 ‰			
Urschiefer	22,9—25,2 ‰			
Urgneis	14,2—22,9 ‰			
Urozean	0,0—14,2 ‰.			

Es ergibt sich aus diesen Zahlen, dass nach unserer Annahme während der ganzen Zeit, von deren Lebewelt wir genauere Kunde haben, der Salzgehalt verhältnismässig wenig hinter dem jetzigen zurückstand. Allerdings müssen wir eigentlich an den Zahlen insofern eine Korrektur anbringen, als einmal die Verwitterung immer intensiver wurde, dann, dass die Ozeane vielleicht früher wasserreicher waren, endlich aber auch, dass während der Transgressionsperioden die Salzzufuhr jedenfalls geringer war. Letzterer Umstand muss ebenfalls die absolute Zeit der Ozeanversalzung beträchtlich erhöhen, während der erste nur die unteren Zahlen etwas verkleinern kann. Wir lassen noch eine Zusammenstellung folgen unter der Voraussetzung, dass die Ozeane ursprünglich doppelt so wasserreich waren als jetzt, und dass die Abnahme entsprechend der Temperaturabnahme bezw. linear stattfand. Wir erhalten dann als Salzgehalt im

	nach Temperatur:	bei linearer Abnahme:
Mesozoikum und Känozoikum . .	33,6—35,0 ‰	32,7—35,0 ‰
Perm	32,7—33,6 ‰	31,2—32,7 ‰
Karbon	31,2—32,7 ‰	29,0—31,2 ‰
Devon	29,0—31,2 ‰	25,9—29,0 ‰
Silur	26,9—29,0 ‰	23,2—25,9 ‰
Kambrium	25,8—26,9 ‰	22,0—23,2 ‰
Algonkium	23,7—25,8 ‰	19,7—22,0 ‰
Urschiefer	21,1—23,7 ‰	17,0—19,7 ‰
Urgneis	11,4—21,1 ‰	8,9—17,0 ‰
Urozean	0,0—11,4 ‰	0,0— 8,9 ‰.

Die ersten Werte sind selbstverständlich die richtigeren, ja selbst sie weichen sogar zu stark ab, da die Wasserabnahme wegen der grösseren erstarrenden Kugelschalen im Anfange noch grösser sein musste. Doch weichen selbst die zweiten Werte nicht sehr wesentlich ab.

§ 215. Meeresorganismen. Da wir annehmen müssen, dass schon vor der paläozoischen Zeit im Meere ein Salzgehalt vorhanden war, der den der Ostsee und des Schwarzen Meeres beträchtlich übertraf, so wird damit auch die Vermutung hinfällig, dass die Meerestiere erst nachträglich dem Salzgehalte sich angepasst hätten. Man ist auf diesen Gedanken besonders bei den Fischen gekommen, indem die uralten Dipnoer und Ganoiden jetzt fast ausschliesslich Süsswasserfische sind, ebenso wie der grösste Teil der Physostomen, der ältesten Teleostier. An sich liegt aber durchaus kein triftiger Grund zu dieser Annahme vor, sind doch die noch älteren Selachier fast ausschliesslich marine Tiere, und es ist mindestens ebenso wahrscheinlich, dass die Ganoiden sich vor der Konkurrenz günstiger ausgestatteter Fische ins Süsswasser zurückgezogen haben, das ihnen weit mehr sichere Schlupfwinkel bot, als dass die Selachier sich hätten an das Salzwasser gewöhnen müssen, und dass sie nicht auch in Scharen ins Süsswasser eingedrungen wären. Ebensowenig sehen wir uns bei den anderen marinen Tiergruppen gezwungen, anzunehmen, dass sie ursprünglich in nur schwach salzigem Wasser gelebt hätten. Dann ist es natürlich auch ausgeschlossen, eine auf dem Meere schwimmende Vegetation von höher organisierten Pflanzen anzunehmen, da eben z. B. im Karbon der Salzgehalt nur um 3—5‰ hinter dem jetzigen zurückgestanden haben mag. Dagegen dürfte bei den Anfängen des Lebens der Salzgehalt des Meeres nur $^1/_3$ bis $^1/_2$ des jetzigen gewesen sein, d. h. etwa so wie im Schwarzen Meere. Als dagegen die Ganoiden lebten, stand der Salzgehalt dem jetzigen höchstens um 10‰ nach. Für die höhere Tierwelt ist demnach der Salzgehalt des Meeres nahezu konstant geblieben und wir können daher Änderungen desselben nicht als Ursache vom Auftreten und Verschwinden charakteristischer Typen ansehen.

2. Entstehung der Lithosphäre.

§ 216. Eine wichtige Tatsache aus den Anfängen der Erdgeschichte, die Entstehung des grossen Gezeitenbruches noch vor der Kondensation des Wassers, haben wir bereits besprochen. Es erübrigt noch einen kurzen Blick auf die Bildung der ersten Erdkruste selbst zu werfen. Da die Körper fast durchaus beim Erkalten sich zusammenziehen, so hat man gemeint, die feste Erdoberfläche vertrüge sich nicht mit der Annahme eines flüssigen Erdinnern, denn die Schollen hätten beim Erstarren in dem Magma untersinken müssen und höchstens einen festen Erdkern bilden können. Man wurde durch diesen Ideengang darauf geführt, dass die feste Erde von innen herausgewachsen sei, sei es, dass sie von hier

aus erstarrte, oder dass aus dem Urgasnebel die festen Körper wie Sublimate sich niederschlugen. Es war aber diese Ansicht an sich schon durch einen Vorgang in der Natur widerlegt, der bei fast allen Vulkanausbrüchen bei ausfliessenden Lavaströmen beobachtet werden kann. Diese erstarren oberflächlich, während in ihrem Innern das Magma weiterströmt, zuweilen die Decke durchbrechend und auf ihr Fumarolen, Schlackenschornsteine oder Boccas bildend [1]). Also auch hier sinken die sich bildenden Schollen nicht in die Tiefe. Diese Erscheinung lässt sich auch physikalisch erklären. Allbekannt ist die Tatsache, dass das Wasser beim Gefrieren sich beträchtlich ausdehnt, so dass das Eis auf dem Wasser schwimmt. Das spezifische Gewicht von Wasser von 0° ist 0,99988, das von Eis von 0° 0,9167. Wir haben es hier mit einer molekularen Ausdehnung infolge des Kristallisationsvorganges zu tun. Dieselbe Erscheinung ist nun auch bei vielen anderen kristallinen Körpern beobachtet worden [2]). Insbesondere erfahren auch Eisen sowie vielleicht die plutonischen Gesteine bei oder vor der Erstarrung eine geringe Volumenvergrösserung [3]), infolgedessen mussten die auf der glühend flüssigen Erde zuerst sich bildenden Schlackenschollen auf ihrer Oberfläche schwimmen. Infolge der Zentrifugalkraft werden sie sich hauptsächlich in der Äquatorialzone angesammelt haben, ohne hier aber dauernd verwachsen zu können, da die heftige Gezeitenwirkung ihren Zusammenhang immer wieder zerriss. Erst in höheren Breiten schlossen die Schollen sich allmählich fest zusammen, freilich oft wieder vom Magma durchbrochen, das sich über der ersten Erstarrungskruste zur Panzerdecke ausdehnte. Sobald die Decke genügende Festigkeit besass und auch der Äquatorialgürtel sich geschlossen hatte, setzte die tetraedrische Deformation ein, wobei die Hauptseitenfläche in ihrer Lage wesentlich durch einen Ebbebruch bestimmt wurde. Aus dieser angenommenen Ausdehnung der Gesteine müssen wir aber noch eine zweite Folgerung ziehen. Wie beim Eise durch hohen Druck der Schmelzpunkt erniedrigt wird, so dass es z. B. unter einem Druck von 1000 Atmosphären bereits bei —7° schmilzt, so muss gleiches dann auch bei den Gesteinen der Fall sein. Es wäre dies abermals ein Grund für die Annahme eines flüssigen Erdinnern, da dessen Starrheit hauptsächlich durch das unter Druck stattfindende Steigen der Schmelztemperatur zu erklären gesucht wurde. Einen Hinweis auf diese Änderung des Aggregatzustandes müssen wir ja in dem Plastischwerden der Gesteine sehen, das z. B. infolge der Einwirkung des Gebirgsdrucks eintritt und die Schichten selbst sonst spröder Gesteine bruchlos zu biegen und umzuformen gestattet, ebenso wie wir glühendes Glas oder glühenden Stahl leicht in beliebige Gestalten bringen können. Dagegen scheint diese Ausdehnung in Wider-

---

1) Credner, E. d. G. S. 38.
2) Günther, Phys. Geogr. S. 18.
3) Koken, Vorwelt. S. 5—6.

spruch mit der tetraedrischen Theorie zu stehen. Indessen wird die Volumenvergrösserung der erstarrenden Schicht weit überwogen durch die Volumenverminderung der Schichten, die ihren Aggregatzustand nicht verändern, und dann wird ja die tetraedrische Deformation auch durch die abnehmende Abplattung der Erde unterstützt. Was nun den Zeitpunkt der Bildung der Lithosphäre anlangt, so lässt sich dieser natürlich kaum annähernd bestimmen. Als obere Grenze haben wir oben die Erreichung der Erdtemperatur 1000° angegeben. Der Schmelzpunkt der Gesteine liegt aber z. T. weit höher und kann im Maximum auf 3000° angenommen werden. Bei dieser Temperatur hat also frühestens die Bildung von Schlackenschollen begonnen. Für die Entstehung der Erdkruste erhalten wir dann einen Zeitraum, der ca. 10,5 der auf Seite 544 angegebenen Einheiten umspannt, also etwas mehr wie die Zeit der Urgneis- und der Urschieferformation zusammen umfasst und noch mehr, als die seit der letzteren verflossene Zeit beträgt. Während dieser Zeit stand also die Erde in der Phase der neu aufleuchtenden Sterne.

3. Die Erde vor der Erstarrung.

§ 217. **Phasen der Erde.** Ehe die Erde eine oberflächliche Schlackenkruste bildete, befand sie sich im Stadium der roten Sterne, die nach Scheiner eine Temperatur von 3—4000° besitzen. Dies ist die Zeit, die um 50,25 bis 53 Einheiten vor der jetzigen zurückliegt. Länger dauerte das Stadium des gelben Sternes, das mit einer Temperatur von 15000° beginnt und etwa 12,5 unserer Einheiten umfasst. Dagegen entzieht es sich unserer Schätzung, wie lange die Erde im Zustande eines weissen Sternes bezw. eines planetarischen Nebels verharrte. Wir können uns hier höchstens an die Statistik der Fixsternspektren im Draper Katalog der Harvard College Sternwarte halten, nach dem unter über 10000 Sternen der 1. bis 8. Helligkeitsklasse 51,5% weisse, 47,6% gelbe und 0,9% rote Sterne sind. Wir könnten hiernach schliessen, dass die Phase des weissen Sternes um weniges länger gedauert hat, als die des gelben. Wir haben sonach in der Entwicklung der Erde folgende Perioden anzunehmen, denen wir die Dauer in den gewählten Einheiten (vielleicht ca. 10 Millionen Jahren) zusetzen:

Känozoische Periode	0,3
Mesozoische Periode	0,75
Paläozoische Periode	7,5
Archäische Periode	9,5
Anorganische Periode	12,25
Anhydrate Periode (Periode der ozeanfreien Kruste).	9,5
Periode der Krustenbildung	10,5
Periode des roten Sternes	2,75

Periode des gelben Sternes 12,5
Periode des weissen Sternes 13,5
Periode des planetarischen Nebels . . . ?

§ 218. **Mond.** In einer der älteren Perioden muss der Mond sich von der Erde losgelöst haben, was vielleicht in der Weise stattgefunden haben kann, wie Darwin es in geistvoller Weise darstellt[1]). Darnach besassen die vereinten Körper eine Rotationsdauer von 3—5 Stunden. Bei einer homogenen flüssigen Kugel von gleicher Dichte wie die Erde würde die freie Schwingungszeit einer Welle 1 Stunde 34 Minuten betragen. Da sie inhomogen ist, war diese Zeit jedenfalls etwas grösser, also ca. 2 Stunden. Als sich die Erdrotation infolge der Gezeitenreibung auf 4 Stunden verlangsamt hatte, musste die Periode der Sonnenflut mit dieser freien Schwingungsdauer zusammenfallen. Die Folge davon ist ein immer höheres Anschwellen der Gezeiten, die theoretisch unendlich hoch werden müssten. Infolgedessen konnte schliesslich die Erde zerreissen, indem sie erst der Poincaréschen Figur (birnenähnlich)[2]) sich vergleichen liess und dann sanduhrähnlich wurde. Im Augenblicke der Trennung, die durch Einschnürung des Sanduhrhalses erfolgte, berührten beide Körper sich in einem Punkte und rotierten mit gleicher Geschwindigkeit um die gemeinsame Achse, der Monat war gleich dem Tage d. h. zirka 4 Stunden lang. Natürlich mussten beide Körper gegenseitig Gezeiten erregen. Die Wirkung derselben war, dass die Entfernung beider sich vergrösserte, die Rotation durch Reibung sich verzögerte. Monat und Erdtag wurden länger, doch in ungleichem Masse, der Monat verlängerte sich rascher. Dies dauerte so lange an, bis der Monat 29 Erdentage zählte. Nach diesem Maximum wachsen die Tage rascher als die Monate bis schliesslich Monat und Tag wieder gleichlang sind, jetzt aber 1320 Stunden d. h. 55 jetzige Tage. Jetzt ist die Änderung der Tage beträchtlicher, wir haben also die Periode des 29tägigen Monats bereits überschritten. Für die Zeit, die bis jetzt seit der Abtrennung des Mondes erfolgt sein muss, werden von Darwin als Minimalwert 50—60 Millionen Jahre angegeben. Doch sagt er selbst, dass in Wirklichkeit der Zeitraum viel grösser sein muss, da diese Zahlen nur für den Fall der günstigsten Bedingungen gelten. Wir müssten nach unseren bisherigen Annahmen mehr als die zehnfache Zeit erwarten, da die Abtrennung spätestens in der Phase des gelben Sternes erfolgt sein muss. Nehmen wir der Einfachheit halber die Zeit Darwins zehnfach, so müsste die Abtrennung vielleicht bei einer Temperatur von 7—8000° erfolgt sein. Bei 6200° hätte die Erde eine Rotationszeit von $5^3/_4$ Stunden gehabt[3]). Die von Darwin berechneten Drehungszeiten verteilten sich dann folgendermassen:

---

1) Darwin, Ebbe und Flut. S. 249—261.
2) Ebend. S. 294—296.
3) Nach G. H. Darwin, Phil. Trans. Roy. Soc. 1879, p. 494. 581.

Rotationszeit:	Zeitpunkt:	
5,75 h	57 Einheiten	Erde ca. 6200°
15,5 h	47 „	„ „ 2100°
19,5 h	25 „	„ „ 210°
22,5 h	10 „	im Anfange der Urschieferformation.
24 h	0 „	Jetztzeit.

Wir sehen daraus, dass seit dem Paläozoikum sich die Rotationsgeschwindigkeit nur unbedeutend geändert hat und damit natürlich auch die Abplattung der Erde, so dass wir nur die archäischen Gebirge auf die Rechnung der aus ihr resultierenden Druckwirkung setzen können. Die Rotationszeit von 15,2 Stunden gibt den mittleren Wert der Rotation während der Ausbildung der Erdkruste. Wenden wir uns nun zum Monde zurück, so musste dessen Rotation durch die stärkere Gezeitenwirkung der grösseren Erde noch rascher verlangsamt werden, so dass der Mond jetzt bereits gewissermassen das Ziel seiner Entwicklung erreicht hat, indem Umdrehungszeit und Umlaufszeit bei ihm genau gleich gross geworden sind, wie gleiches auch nach den neuesten Beobachtungen von Guthnik von den Monden I und II des Jupiter gilt[1]), sowie von Venus und Merkur bei ihrer Bahn an die Sonne. Im übrigen mit dem Monde uns zu beschäftigen, insbesondere mit der eigenartigen Ausbildung seiner Oberfläche, würde weit über den Rahmen dieser Arbeit hinausgehen. Erwähnt sei dagegen noch die Annahme Fishers[2]), dass der Grosse Ozean die Narbe sei, die der Mond bei der Abtrennung von der Erde hinterlassen habe, und dass die ihn umrandenden Gebirge gewissermassen die Ränder seien, die diese Wunde zu schliessen trachteten. Dies wäre natürlich nur denkbar, wenn der Mond erst nach der Erstarrung der Erde sich abgetrennt hätte, was wir wohl kaum annehmen dürfen, auch würde selbst in diesem Falle bald infolge der Rotationswirkung die annähernde Kugelgestalt wiederhergestellt worden sein, ja bei der sanduhrartigen Abschnürung konnte es zu einer eigentlichen Trennungsnarbe überhaupt nicht kommen. Ob die Trabanten der Planeten wirklich alle in derselben Weise entstanden sind, erscheint sehr fraglich, sie stehen ja auch zu ihrem Hauptkörper in sehr verschiedenem Verhältnis und besonders der Erdmond nimmt eine Sonderstellung ein. Betrachten wir ihre Grösse, da ihre Masse nicht durchgängig bekannt ist, so erhalten wir folgende Werte, mit denen der Radius des grösseren Mondes zu multiplizieren ist, um den Planetenradius zu erhalten:

Erdmond	3,7
Neptunmond	15,3
Jupitermond III	24,9
Titan (Saturn)	52,7
Titania (Uranus)	62,8
Marsmonde	674,5

[1]) Berdrow, Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. Bd. 4. 1906. S. 30.
[2]) Fisher, Physics of the Earths Crust. 1881. p. 336. Ähnlich auch Pickering.

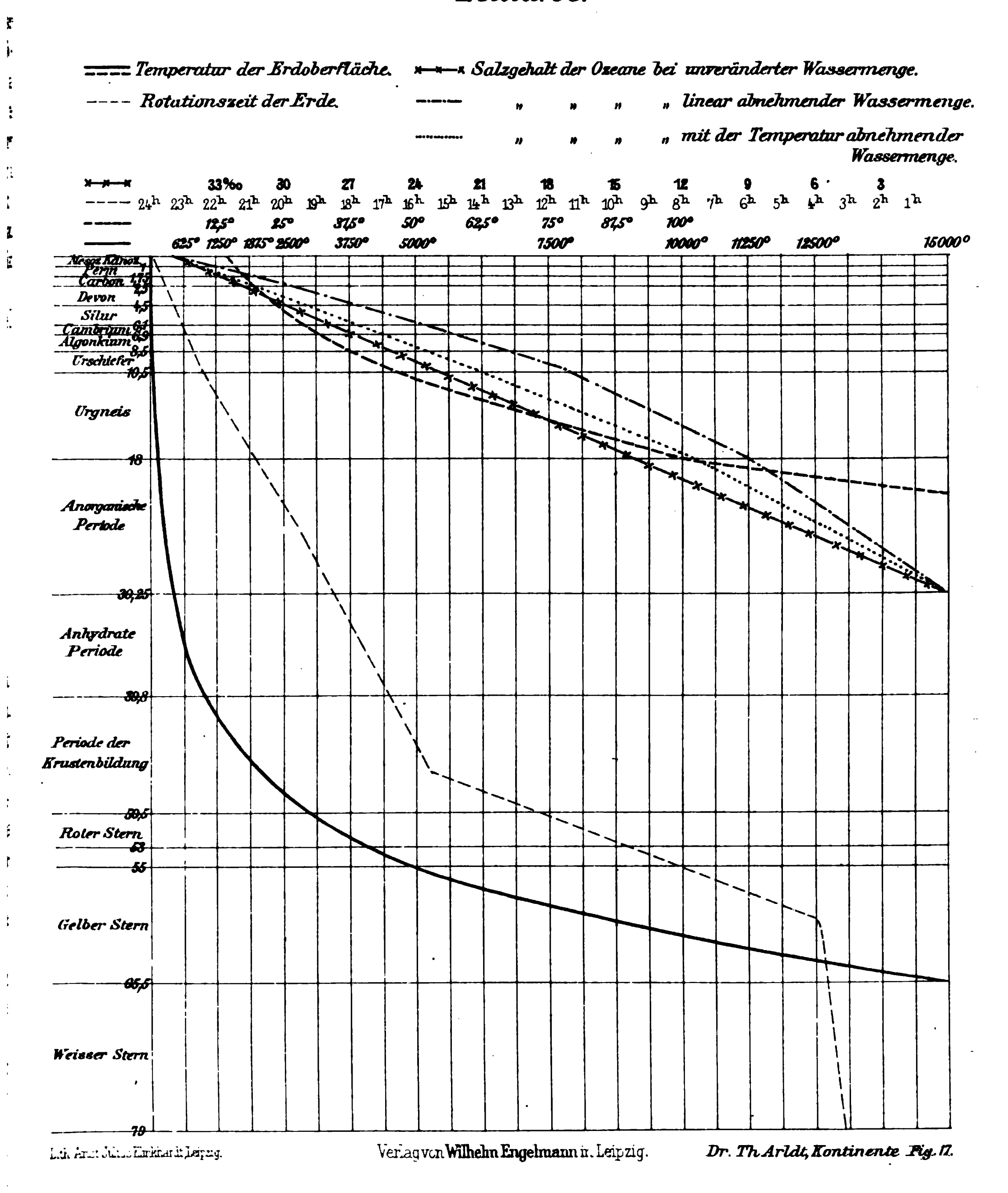
Selbst wenn alle Jupitermonde in einem vereinigt wären, würde dessen Radius nur 1/18 des Jupiterradius sein.

§ **219. Schlussabschnitt.** Wir sind damit am Schlusse unserer systematischen Erörterungen angelangt. Die Bildung der Erde als Weltkörper liegt ausserhalb des Rahmens unserer Aufgabe. Wir haben also die Entwicklung der Kontinente zurück zu verfolgen gesucht bis zu dem Augenblicke, wo die ersten festen Schollen gewissermassen Kontinente in Magmaozeane bildeten. Freilich ist vieles Hypothese, was wir aufgestellt haben, besonders die Zahlenwerte, hauptsächlich wo sie sich auf Zeitmasse beziehen, sind von sehr fraglichem Werte, immerhin glaubte ich nicht ganz darauf verzichten zu sollen, um wenigstens die relative Grösse der einzelnen Perioden anschaulich machen zu können. Um diese Anschaulichkeit zu vergrössern, ist in Fig. 17 eine graphische Darstellung der Hauptperioden der Erdgeschichte gebracht.

III. Historischer Teil.

§ **220. Einleitung.** Im vorhergehenden Hauptteile dieses Buches haben wir versucht, die Geschichte der Erde rückwärts zu verfolgen, indem wir auf verschiedenen Wegen ihrer Entwicklung nachspürten. Es liess sich dabei nicht vermeiden, Zusammengehöriges zuweilen auseinander zu reissen. Aus diesem Grunde lassen wir nun noch einen historischen Überblick folgen, der natürlich möglichst kurz zu fassen sein wird, um unnötige Wiederholungen zu vermeiden. Es soll dieser Teil eben nur zusammenfassen, was im vorhergehenden getrennt behandelt werden musste. Auch soll in der Entwicklung der Kontinente nicht zu sehr auf Einzelheiten eingegangen werden, diese sind doch besonders bei den älteren Formationen noch zu unsicher. Die gleichen Tatsachen lassen sich oft recht verschieden deuten. Tritt eine solche Unsicherheit doch selbst bei der Feststellung der grossen Züge der Paläogeographie oft ein, wie eine Vergleichung der Karten des Mitteldevon zeigt, die von Lapparent und von Frech entworfen sind. Diese paläogeographischen Karten von Frech, Koken, Lapparent und Neumayr sind zuerst auf Grund der Verbreitung der marinen Tiere entworfen. An sie schliessen die im folgenden sich findenden Karten möglichst eng an, soweit sie sich mit der Verbreitung der Landtiere vertragen. Mehrfach habe ich mich genötigt gesehen, Karten zu kombinieren, wie die Lapparentsche und Neumayrsche vom Malm.

Zeittafel.



Lith. Anst. Julius Klinkhardt, Leipzig. Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig. Dr. Th. Arldt, Kontinente Fig. 17.

Die einzige wesentliche Abweichung von den genannten Karten ist der Verzicht auf den arktischen Kontinent, der den aufgestellten allgemeinen Bildungsgesetzen widerspricht, und dessen Existenz nicht genügend begründet ist, um ihn trotzdem aufrecht zu erhalten. Statt dessen nehmen wir nur an, dass das Land in den alten Formationen weit nordwärts reichte, etwa in dem Masse, wie jetzt noch das nordamerikanische Massiv. Wenn also auf den Karten Bezeichnungen vorkommen, wie nach Frech, Koken usw., so soll dies nicht heissen, dass die Karten der genannten Forscher einfach übernommen worden sind, sondern es bedeutet, dass sie die Hauptgrundlage der Linienführung bildeten.

A. Die Urzeit der Erde.

1. Die Erde vor ihrer Besiedelung.

§ 221. **Die Erde als selbstleuchtender Stern.** Der planetarische Nebel, der die damals noch weit grössere Sonne auf unserer Erdbahn umkreiste und dessen Masse ca. 1,01233 der jetzigen Masse der Erde betrug, hatte sich bereits soweit kondensiert, dass er in die Phase eines weissen Sternes eingetreten war. Die Abplattung dieses Weltenkörpers war ziemlich beträchtlich, da seine Rotationsgeschwindigkeit ausserordentlich gross war. Die Abkühlung schritt immer weiter fort, grössere Massen von Gasen waren in den flüssigen Aggregatzustand übergegangen, die Erde trat in die Phase der gelben Sterne, indem das schwächer werdende Licht relativ stärker durch die Atmosphäre absorbiert wurde. Im Anfange dieser Periode führten jedenfalls die damals allein vorhandenen Sonnengezeiten zur Abtrennung des Mondes, indem das ursprüngliche Rotationsellipsoid sich im Verhältnis von 1:81 teilte. Da sich bei dieser Trennung oberflächliche Schichten der Erde loslösten, so ist es erklärlich, dass die Dichte des Mondes nur wenig die der jetzigen Erdkruste übertrifft, wobei noch berücksichtigt werden muss, dass die Abkühlung des Mondes und damit auch seine Verdichtung bedeutend weiter fortgeschritten ist als die der Erde. Als schliesslich die Temperatur etwa bis zu 4000° C gesunken war, konnten sich in der Atmosphäre bereits chemische Verbindungen bilden, während sie bisher von elementaren Gasen gebildet worden war. Infolge davon und von der fortgeschrittenen Abkühlung des flüssigen Erdballs trat er nun in die Phase der roten Sterne ein, dabei seine Rotation allmählich unter der Einwirkung der die Sonnengezeiten an Wirkung bei weitem übertreffenden Mondgezeiten beträchtlich verlangsamend. Der Mond stand ja damals der Erde noch weit näher als jetzt, infolgedessen musste in der ersten Zeit die Gezeitenwirkung der Sonne gegenüber der des Mondes fast völlig verschwinden. Ist jetzt die theoretische Mondflut 2,2 mal so gross als die Sonnenflut, so musste sie bei der halben Ent-

fernung des Mondes 17,6 mal, bei ein Zehntel Entfernung 2200 mal so gross sein. Sie musste demnach grosse Störungen in allen drei konzentrischen Schichten der damaligen Erde hervorbringen, in der inneren Gasschicht, in der Magmaschicht und in der Atmosphäre.

§ 222. **Die Erstarrung der Erde.** Endlich war die Temperatur der flüssigen Erdoberfläche soweit gesunken, dass die ersten festen Schlacken sich darauf ausbilden konnten. Diese wurden sehr bald wieder aufgelöst, aber nach und nach trieben immer mehr Schollen auf dem Magmaozeane und sammelten sich, der Zentrifugalkraft folgend, in der Äquatorialzone an, wo aber die heftigen Gezeiten ihre Vereinigung verhinderten. Erst als die Schollen zu höheren Breiten sich ausgedehnt hatten, begannen sie sich fester zusammen zu schliessen, zuerst jedenfalls um den 60. Breitengrad herum. Von hier dehnte sich die Kruste zunächst über die beiden Pole aus und erst zuletzt, als an ihnen die Kruste schon eine ziemliche Dicke erreicht hatte, wuchsen die beiden Polarkappen in der Äquatorialgegend zusammen, ein Stadium der Entwicklung, das der Jupiter bis jetzt noch nicht erreicht zu haben scheint. Die Erde war nun als Stern erloschen, saure Silikate von Tonerde, Kali, Natron, Kalk, Magnesium, Eisen umhüllten den glutigen inneren Kern, alle vollkristallin entwickelt und von ähnlichem Habitus wie der Granit und die anderen plutonischen Gesteine. Doch noch war die Kruste nicht dauerhaft, denn da infolge der geringen Krustendicke noch keine mächtige plastische Schicht vorhanden war, so brach sie wiederholt infolge der immer noch wirksamen inneren Gezeiten, und zwar besonders im damaligen Äquatorialgürtel, sowie in dazu senkrechten grössten Kreisen. Einer der letzteren besonders muss wiederholt gebrochen sein, unser 0° Meridian der tetraedrischen Karte. Die Folge davon war ein Wiederaufflammen der Erde, sie war ein veränderlicher Stern geworden. Doch ihr Glanz verblich rasch wieder. Die aus den Spalten hervorgedrungene Flutwelle hatte sich weit über die Oberfläche der Erde ausgebreitet und in der ersten Zeit vielleicht die ganze Kruste überflutet, doch die Wunde schloss sich wieder und das auf der Kruste lagernde Magma musste sich verhältnismässig rasch abkühlen, da es durch die einen schlechten Wärmeleiter darstellende Kruste vom heissen Erdkern abgesperrt war. Es erstarrte wieder, und wenn auch grosse Nester in ihm noch lange flüssig geblieben sein mögen, so trugen doch diese Ausbrüche dazu bei, die Erstarrungskruste immer mehr zu verdicken und zu verfestigen. Dabei war diese Panzerdecke petrographisch der Erstarrungskruste jedenfalls vollkommen gleich. Auf diese Weise wurde diese schliesslich so fest, dass selbst an der bedrohtesten Stelle, in der Äquatorialzone, ein Durchbruch des glutigen Erdinnern unmöglich wurde, die Erde war dauernd als Stern erloschen, ihre Kruste endgültig ausgebildet. Diese zeigte jedenfalls schon eine unregelmässige Oberfläche, anders ist es ja bei dem wiederholten Zusammenbrechen der Kruste und der Wiedervereinigung der Schollen gar nicht denkbar.

Die Schollen mussten sich teilweise überschieben, da bei der fortschreitenden Abkühlung der Erde und bei der immer noch rasch abnehmenden Rotationsgeschwindigkeit ihre Oberfläche sich verkleinerte. Doch konnte eben infolge dieses Zerbrechens die Kruste immer wieder die Gestalt eines Rotationskörpers annehmen. Dies hörte nun auf, nachdem die Erdkruste starr geworden war. Infolgedessen begann nun die tetraedrische Deformation mit allen ihren Wirkungen. Es traten in der Erdkruste mächtige Verschiebungen ein, um den Gleichgewichtskörper herzustellen, der allen in Betracht kommenden Bedingungen entsprach. Es bildeten sich primitive Gebirge aus, die den Kanten des Tetraeders folgend, und die durch die tetraedrische Umformung hervorgerufene Verschiebung des Schwerpunkts und Änderung des Trägheitsmomentes verschob die Erdachse aus ihrer Lage und liess sie einen gewellten Kegelmantel beschreiben, dessen Seitenlinien im Mittel um 23° 27′ gegen die Vertikale auf der Ekliptik geneigt sind. Durch sie war auch die Äquatorialzone ihrer besonderen Lage verlustig gegangen, doch blieb sie, was sie war, ja sie wurde in verstärktem Masse ein Gebiet grosser tektonischer Unruhe. Immerhin war infolge der grossen Winkelgeschwindigkeit der rotierenden Erde die Deformation nur gering, die oben angegebenen Verschiebungen haben jedenfalls ungeheuer lange Zeit in Anspruch genommen und vielleicht noch weit in die Gneisformation herein gereicht, da diese durchgängig nur gefaltet auftritt, wiewohl sich dies bei ihrer langen Dauer vielleicht auch anders erklären liesse. Die fortschreitende Deformation führte schliesslich zu Brüchen, doch konnte jetzt das glutige Erdinnere nicht mehr austreten, sondern nur der Inhalt der grossen Magmanester der Panzerdecke. Denn die Erdrinde war dick genug geworden, dass eine mächtige plastische Schicht vorhanden sein musste, in der alle Spalten sofort sich wieder schlossen, da in ihr nach dem hydrostatischen Gesetze der Druck nach allen Richtungen gleich stark wirksam sein musste. Die gewaltigen Ausbrüche der Urzeit schufen neue Decken mit eingeschlossenem Magma und sie riefen jedenfalls in der Hauptsache die Reliefeinzelheiten der Erdkruste hervor, die noch sehr monoton sein musste, waren doch auch die Falten des Gebirges glatt wie die eines Tuches. Wenn nun auch die Spalten nicht bis zum flüssigen Erdinnern hinab reichten, so zerlegten sie doch die starre Kruste in Schollen und diese konnten wieder einer Rotationsform sich anpassen, das Tetraedroid bildete sich in ein Sphäroid zurück. Doch bald war die Verfestigung der Kruste wieder genügend, eine neue Umformung zu ermöglichen, deren Falten an die Reste des alten sich anlegten und so ging es in stetem regelmässigem Wechsel weiter. Die Erdoberfläche erhielt immer mehr Relief. Hier erhoben sich flache Falten, dort waren mächtige Schollen in die Tiefe gesunken, andere hatten sich überschoben. Aber noch immer zeigte dieses Relief äusserst einfache Züge.

§ 223. **Bildung des Urozeans.** Ein bedeutsamer Wechsel trat

erst ein, als die Erdkruste auf 364,3° abgekühlt war. Bisher war zwar vielleicht auch schon Wasser innerhalb der Kruste vorhanden, aber nur chemisch oder physikalisch gebunden als Hydratwasser oder Kristallwasser, das unter dem mächtigen Atmosphärendrucke auch bei der grossen Glut des Magmas von diesem in grosser Menge absorbiert worden war. Dagegen existierte freies Wasser in flüssiger Form bisher noch nicht. Als nun aber die Erde den kritischen Punkt überschritten hatte, begannen reichliche Niederschläge, mit denen sich selbst die Regengüsse von Tscherrapundschi nicht vergleichen lassen. Etwa 1/5 der jetzt ozeanischen Wassermenge schlug sich damals in kurzer Zeit nieder und dieses überhitzte Wasser, das auch Chlorwasserstoff, Kohlensäure und andere Gase mit sich riss, wirkte teils mechanisch teils chemisch zerstörend auf die Erstarrungskruste der Erde ein. Und als die Gewässer an den tiefsten Stellen, auf den Flächen des Tetraedroids sich sammelten, hatten sie schon verschiedene Salze gelöst und führten auch klastisches Material mit sich, das sie an ihrem Grunde anhäuften. Flüsse konnte es damals noch nicht geben, fehlten doch noch die Quellen und der lockere Boden, der das Niederschlagswasser aufsaugte. Alle Niederschläge flossen oberflächlich dem Meere zu, gruben aber natürlich durch ihre Erosion sehr bald Urstromtäler aus, die aber meist nur Trockentäler waren. Dieser Urozean bildete aber jedenfalls noch nicht ein grosses zusammenhängendes Wasserbecken, vielmehr können wir vermuten, dass es vier voneinander isolierte Meere gab, entsprechend den tetraedrischen Flächen, die höchstens in der Mittelmeerregion zeitweise verbunden, erst infolge reichlicherer Niederschläge im Süden zu einem Wasserringe sich zusammenschlossen. Es ist klar, dass in dieser Erdperiode die Verwitterung der Gesteine und damit die Versalzung der Meere nur gering gewesen sein kann, da die Niederschläge wenig Zeit hatten, auf die Bestandteile der Erdrinde zu wirken. Dafür wurde allerdings ihre Wirksamkeit durch hohe Temperatur und grossen Druck unterstützt.

2. Das Archaikum.

§ 224. **Kontinente.** Über die Ausdehnung der Kontinente im Archaikum können wir nichts ermitteln, da alle sedimentären Gesteine metamorphosiert worden sind, so dass ursprüngliche marine und terrestre Gesteine nicht voneinander zu unterscheiden sind. Dazu lässt uns ja hier auch die paläontologische Methode gänzlich im Stich. Dagegen erwähnten wir schon mehrfach, dass während des Archaikums der Faltungsprozess wenigstens teilweise ziemlich lebhaft gewesen sein muss und dass etwa fünf bis sechs Entwicklungszyklen in diese Periode der Erdgeschichte fallen[1]. Leider sind wir nicht imstande, den Verlauf dieser alten Fal-

---

[1]) Siehe S. 507.

tungen zu verfolgen, so lange sich nicht die archäischen Formationen derart in Abteilungen gliedern lassen, dass wir getrennte Vorkommnisse miteinander vergleichen können. Dazu ist aber vor der Hand sehr wenig Aussicht. Selbstverständlich können wir innerhalb dieser Zyklen keine Eiszeiten ansetzen; dazu war die Erdtemperatur viel zu hoch. An ihrer statt sind aber jedenfalls damals Temperaturerniedrigungen eingetreten, und nach den Verhältnissen in den späteren Erdperioden glaube ich, dass diese Zeiten wesentlich an der Weiterentwicklung der Organismen schuld gewesen sind, dass hauptsächlich in ihnen höher strebende Zweige von alten Organismenstämmen sich abgezweigt haben. Es ist ja von vornherein klar, dass der Wechsel zwischen Deformation und Transgression immer von neuem veränderte Lebensbedingungen schaffen musste, die die Organismen zu immer vollkommeneren Anpassungen zwangen. Besonders die Landtiere mussten von diesem Wechsel sehr stark betroffen werden, und sie haben deshalb auch die raschere Entwicklung durchgemacht. Besonders die Deformationsperioden mussten der Ausbildung neuer Formen günstig sein, da sie zahlreiche Gebiete isolierten, während in den Transgressionsperioden die Schranken mehr oder weniger beseitigt wurden. Wenn wir nun die Ausdehnung der archäischen Kontinente auch nicht kennen, so können wir über ihre Lage doch einige Schlüsse ziehen. Zunächst dürften die vier tetraedrischen Eckmassive damals schon Land gewesen sein und zwar etwa in ihrer engeren Begrenzung. Doch erstreckte sich das skandinavische Massiv vielleicht weiter ostwärts. Auch von den südlichen Massiven bestanden schon ausgedehnte Gebiete. So glaube ich Afrika etwa zwischen dem Äquator und 20° N, sowie Arabien für einen solchen archäischen Kontinent halten zu sollen. In Südamerika kommt jedenfalls Guayana besonders in Betracht. Damit ist aber auch fast alles erschöpft, was sich über die Urkontinente sagen lässt.

§ 225. **Organismen der Urgneisformation.** In die archäische Periode fällt nun auch das erste Erwachen des organischen Lebens. In der Küstenzone des immer noch sehr warmen Ozeanes, in den obersten Schichten des Wassers, kam es jedenfalls schon ziemlich früh zur Bildung der ersten organischen Verbindungen, insbesondere des Eiweisses, das den Hauptbestandteil des Protoplasmas bildet. Protophyten waren es, die zuerst aus diesem sich bildeten und durch Reduktion der Kohlensäure, die sie in reichlichem Masse im Wasser vorfanden, immer mehr organische Substanz schufen. Dabei war aber den Organismen durch die Kohäsion ihres Stoffes eine Maximalgrenze gesetzt, bei deren Überschreitung die Pflanzen zerfielen, es waren typische Schizophyten, die jedenfalls sehr bald teilweise zu parasitischer Lebensweise übergingen. Während der eine Zweig fortfuhr organische Substanz aufzubauen, beförderte der andere die Rückführung derselben in anorganische Stoffe. Sehr bald bildeten auch die anderen Zweige der Protophyten sich aus, die einzelligen Algen und Pilze, die alle schon seit der Urgneisforma-

tion existieren dürften. Ebenso hatten sich aus den Protophyten jedenfalls polyphyletisch die Protozoen entwickelt, die konsequenter als die Pilze die Bahn verfolgten, ihre Weiterentwicklung auf Kosten anderer Organismen zu fördern. Durch die Aufgabe der Fähigkeit, selbst organische Stoffe zu erzeugen, wurde Energie für andere Zwecke frei, und daher ist es erklärlich, dass die Entwicklung der plasmophagen Tiere von Anfang an eine glänzendere war als die der plasmodermen Pflanzen. Zunächst gehen jedenfalls alle Klassen der Protozoen bis in die Urgneisformation zurück, wenn auch einzelne Ordnungen wie die Radiolarien, Foraminiferen und die meisten Infusorien damals noch nicht gelebt haben mögen. Dagegen müssen die Tiere schon in dieser Formation den Schritt zum mehrzelligen Organismus gemacht haben, anders lässt sich die kambrische Differenzierung der Tierwelt gar nicht erklären. Indem die aus der Spaltung des Urtieres hervorgehenden Zellen nicht selbständig wurden, sondern einen Zellklumpen bildeten, entstanden durch das Bestreben der Zellen, möglichst viel Raum zur Entwicklung zu bekommen, die Blastäaden, und aus ihnen gingen sicher noch in der Urgneisformation die Gastraaden hervor. Ja wir können es als wahrscheinlich bezeichnen, dass damit noch nicht die höchste Entwicklungsstufe in der Formation erreicht war. Auch die ersten Anfänge der Myxospongien, Hydroiden und Turbellarien fallen jedenfalls noch innerhalb ihrer Grenzen. Alle diese Tier- und Pflanzengruppen sind nun fast ausschliesslich an das Wasserleben gebunden, so dass die Kontinente also damals noch ohne Leben waren. Die einzigen Organismen, die hierher hätten gelangen können, sind die Schizophyten und Myxomyceten. Diese erste Eroberung des festen Landes wird vom Meere aus erfolgt sein, indem von der Flut Organismen an die Küste gespült wurden, von denen einzelne sich erhielten und nach und nach dem Landleben sich anpassten. Sie breiteten sich nun rasch auf dem unbewohnten Festlande aus und beförderten dessen weitere Besiedelung, indem sie gesteinszerstörend wirkten und eine Verwitterungskruste schufen, die gleichzeitig durch ihren Gehalt an kieselsaurer Tonerde wasseraufspeichernd wirkte und damit zur Quellenbildung führte.

§ 226. **Organismen der Urschieferformation.** In der Urschieferformation hatten die Organismen beträchtliche Fortschritte gemacht. Es traten nunmehr auch unter den Pflanzen mehrzellige Formen auf. Von den Algen sind die Chlorophyceen schon ziemlich differentiert, auch Characeen und Phäophyceen müssen damals bereits angefangen haben, die Gewässer zu besiedeln. Ebenso traten nunmehr die Mesomyceten auf und vielleicht auch schon ganz niedrig organisierte Flechten, da die Pilze allein auf dem festen Lande aus Mangel an Nahrung nicht hätten leben können. Endlich hatte sich jedenfalls gegen Ende der Formation zum ersten Male eine höhere Pflanzenwelt in den Riccinen auf den Kontinenten verbreitet. Diese Lebermoose, aus Confervoideen hervorgegangen, entwickelten sich vermutlich in kontinentalen Gewässern

und drangen dann nach allen Seiten vor, die dünne Erdkrume besetzend, die die Protophyten und vielleicht auch die Flechten erst geschaffen hatten. Damit war der entscheidende Schritt in der Besiedelung des Landes getan. Zum ersten Male wurde nun der kahle Boden vor der direkten Sonnenstrahlung geschützt und dadurch zu grösserer Wasseraufnahme befähigt, die ihrerseits einen dichten Pflanzenwuchs beförderte. Ausserdem wirkten auch die Moose zerstörend auf die Gesteine ein und vertieften dadurch das Gebiet, das der Eroberung durch das Leben zugänglich war. Durch diese dichtere Pflanzendecke wurde aber auch eine reichere Entfaltung der kontinentalen Pilze und Tiere ermöglicht, die auch nicht auf sich warten liess. Unter den Urtieren zweigten die Foraminiferen und die Radiolarien von den Lobosen bez. den Heliozoen sich ab. Ebenso bildeten die meisten Infusorienordnungen sich aus; so dass die Protozoen in bezug auf Ordnungen schon fast so differentiiert waren als heute. Auch die Cölenteraten machten in dieser Formation grosse Fortschritte; die Spongien zogen aus dem Ozeane Kieselsäure und kohlensauren Kalk und bauten daraus ihr Skelett auf, und zwar sind jedenfalls die verschiedenen Ordnungen der Kieselschwämme schon jetzt auseinander gegangen. Unter den Hydromedusen schlossen an die Hydroiden die Diskophoren sich an. Während diese Entwicklung ausschliesslich im Wasser vor sich ging, fällt die Entwicklung der Würmer wenigstens teilweise aufs Land. Von den Turbellarien zweigten Trematoden und Cestoden sich ab und noch früher die rein aquatischen Rotiferen. An diese schlossen wieder die marinen Gephyreen, die Nemathelminthen und die ältesten Anneliden sich an, die im Wasser entwickelt doch vielleicht jetzt schon das Land besiedelten. Weiter müssen wir aber annehmen, dass bereits jetzt die Arthropoden sich von den Urанneliden trennten. Die ersten Arthropoden waren jedenfalls aquatisch, aber sonst ähnlich dem Peripatus. An sie schlossen sich im Meere die ältesten Trilobiten als Vertreter der Crustaceen an, während andere Formen an das Land gingen. Auch die Mollusken und Echinodermen waren jedenfalls schon jetzt durch die Placophoren und Cystoideen vertreten, die beide von Rotiferen sich abzweigten. Es umfasste demnach die Schiefer-Landfauna folgende Ordnungen, wobei die schon im Urgneis auf dem Lande vorkommenden durch einen Stern * bezeichnet sind.

Malacopoda.	Cestodes.
Polychaeta.	Trematodes.
Hirudinea.	Turbellarii.
Chaetognathae.	

Der Landflora gehörten dagegen jedenfalls an:

Riccinae.	*Zygomycetes.
?Lichenes.	*Schizomycetes.
Ustilagineae.	*Schizophyceae.
Protomycetes.	*Myxomycetes.
*Oomycetes.	

B. Das Altertum der Erde.

1. Das Algonkium.

§ 227. **Kontinente.** Waren wir im Archaikum ganz auf Hypothesen angewiesen, wenn wir die Kontinente und ihre Bewohner zu rekonstruieren versuchten, so haben wir im Algonkium[1]) doch etwas festeren Boden unter den Füssen, wenn auch hier noch das meiste unsicher und zweifelhaft ist. Als gesichert können wir für das Algonkium das Vorhandensein der Nordatlantis ansehen, während der Angarakontinent davon isoliert war. Es wurde schon erwähnt, dass das Algonkium wenigstens teilweise eine Zeit grosser tektonischer Störungen gewesen ist. Freilich befinden wir uns hier auch noch nicht in der Lage, die Zeit der alten Faltungen genau bestimmen zu können, es ist daher sehr wohl möglich, dass einige der hier angeführten Faltenzüge bereits einer früheren Faltungsperiode angehören. Es lässt sich in der Anordnung dieser alten Züge wenigstens im Norden eine gewisse Ordnung nicht verkennen. Am Anfange des Algonkiums waren jedenfalls die drei nördlichen Massive voneinander isoliert. Als nun eine neue tetraedrische Deformation den gebirgsbildenden Druck auslöste, legten sich die Falten um diese Massive herum, das nordamerikanische Massiv wurde rings von diesen Gebirgen umschlossen, von denen wir im Süden freilich nur durch Diskordanzen in Neufundland, Südkanada und im Coloradoplateau Kunde haben. Wichtig ist besonders der Faltenzug, der die beiden atlantischen Massive verschmolz. Es ist dies der grosse Gebirgsbogen Baffinland-Labrador-Hebriden-Shetland-Inseln-Lofoten. Diese Verbindung trennte das atlantische Becken vom arktischen, das damals auch Teile von Grönland und Island überflutet haben mag. Schloss dieser Gebirgszug das skandinavische Massiv im Westen ein, so finden wir ein südliches Randgebirge in der Bretagne angedeutet, im Osten gliederten sich die in uralischer Richtung streichenden Falten der russischen Tafel an. Beim Angaramassiv sind uns besonders in Ostsibirien, der Mandschurei und Nordchina die Ketten bekannt, die in breiter Entwicklung im Südosten an das Massiv sich anschlossen, vermutlich wurde aber auch dieses Massiv damals wie die andern von neuen Falten umrandet. Im Süden dürfte dieser Formation das Arvaligebirge angehören. Nach dem Verlaufe dieses Gebirges können wir annehmen, dass das äthiopische Massiv vor dem Algonkium bis zum Indusgebiete ostwärts sich erstreckte. An dieses wurde im Osten der Arvalizug angeschoben, der jedenfalls südwärts sich fortsetzte. Sonst lässt sich über den Verlauf der alten Gebirge nichts weiter sagen. Aus theoretischen Gründen schliessen wir, dass diese Faltung dem oberen Algonkium an-

---

1) Vergl. S. 418. 425. 442. 451. 491. 494. 502.

gehört. Dieses war zunächst eine Transgressionsperiode, eingeleitet durch die Grundkonglomerate. Auf die Faltung folgte eine „Eis"zeit, d. h. eine Kälteperiode, aber wahrscheinlich noch ohne Eis, da die Temperatur der Erdkruste noch sehr beträchtlich war, und endlich beginnt mit den Grundkonglomeraten des Kambriums wieder eine Transgressionsperiode (vgl. Karte 11).

§ 228. **Pflanzen.** Von der Lebewelt des Algonkium sind uns so wenige Reste überliefert, dass wir auch hier in der Hauptsache auf die Hypothese angewiesen sind, so besonders bei der Pflanzenwelt. Im Wasser hatten besonders die Algen sich zu grosser Blüte entfaltet, wahrscheinlich existierten alle Ordnungen, vielleicht selbst die hochentwickelten Florideen, bereits in dieser frühen Zeit der Erdgeschichte, so dass hier in der Hauptsache die Entwicklung der marinen Pflanzenwelt abgeschlossen wäre, die keine wesentlich neuen Formen mehr hervorbrachte, vielmehr nur den langsam sich ändernden Lebensbedingungen, der abnehmenden Temperatur und der zunehmenden Versalzung, sich anpasste. Unter den Landpflanzen erschienen zu den niederen Pilzen die Mycomyceten in ihren einfachsten Formen. Von den Riccinen zweigten die Urfarne sich ab, die ihrerseits wieder die Äste der Equisetinen und Lycopodinen aussandten, so dass in dieser Zeit die Pflanzenwelt anfing, sich langsam vom Boden zu entfernen und damit eine vielseitigere Ausnützung desselben zu gestatten. Equisetinen und Lycopodinen sind vielleicht Kinder der algonkischen Kälteperiode, die diese Zweige und besonders den letzteren sehr widerstands- und entwicklungsfähig machte.

§ 229. **Tiere.** Die unteren Tierkreise hatten nunmehr soweit sich differentiiert, dass alle jetzt vorhandenen Ordnungen bereits existierten. Neu hinzugekommen waren besonders die Anthozoen und die Ctenophoren unter den Cölenteraten, die Bryozoen und Brachiopoden unter den Würmern, sowie die Tunicaten. Unter den Echinodermen traten neu auf die Holothurien. Eine grosse Differentiation zeigen bereits die Mollusken. Zunächst trennen Nautiloideen sich von den Amphineuren ab, und mit ihnen die ältesten Lamellibranchiaten von Nucula-Habitus. Aus den letzteren gehen noch in Algonkium die Scaphopoden und Gastropoden hervor. Von den letzteren spalten die Pteropoden sich ab, der Rest teilt sich in Opisthobranchier und Prosobranchier. Auch unter den Arthropoden macht die Differentiation grosse Fortschritte. Die Entomostracen sind bereits in allen Ordnungen vertreten, von den Malacostracen sind die Leptostracen und Schizopoden vertreten. Auf dem Lande haben von den Malacopoden die ältesten Myriopoden sich abgezweigt. Endlich müssen im Algonkium bereits die ersten Vertebraten erschienen sein und zwar wahrscheinlich beide untersten Entwicklungsstufen, die Leptocardier und Cyclostomen. Wir sehen auch, im Algonkium hat die Weiterentwicklung hauptsächlich im Wasser stattgefunden, und zwar ist jedenfalls nunmehr bereits ein grösserer Unterschied zwi-

schen kontinentalem und ozeanischem Gewässer. Müssen doch infolge der Moosdecke und der Farnbüsche sich Flüsse auf den algonkischen Kontinenten haben bilden können. Aus den Binnengewässern sind vermutlich jetzt schon Gastropoden wenigstens zeitweise ins Land gekommen, sonst ist dagegen die Landfauna gegen die Urschieferformation nicht wesentlich bereichert. Nur die Myriopoden bilden ein neues Element, und die terrestren Anneliden und andere Würmer haben sich beträchtlich vervielfacht. Die Würmer bildeten noch wie in der Urschieferformation die Hauptmasse der Landfauna und neben ihnen mögen auch die Malacopoden stärker entwickelt gewesen sein als später. Die algonkische Landfauna wird demnach repräsentiert durch die

Myriopoda.	Hirudinae.
Malacopoda.	Nemathelminthes.
Gastropoda.	Platyhelminthes.
Chaetopodes.	

2. Das Kambrium.

§ 230. Kontinente. Im Kambrium[1]) erlitt die Nordatlantis im Osten eine Einengung, indem durch eine Transgression Skandinavien überflutet wurde. Dagegen war der Kontinent nach Westen hin beträchtlich ausgedehnt und reichte bis in die Breite von Texas südwärts. Doch wurden diese Gebiete im Oberkambrium durch eine Transgression auf lange Zeit dem Ozeane zurückgewonnen. Dagegen dehnte diese westliche Halbinsel der Nordatlantis, Frechs algonkischer Kontinent, im Mittelkambrium nach Osten sich aus, wo die atlantischen Staaten der Union dem Festlande angegliedert wurden. In Asien war wie in Europa das eigentliche Massiv vom Meere überflutet. Dagegen war das zwischen beiden liegende Gebiet Festland und von hier streckte sich eine Halbinsel nach Mitteleuropa und dem östlichen Mittelmeergebiet südwestwärts. Diese wurde während des Mittelkambrium im ersteren Gebiete überflutet, doch zog sich das Meer im Oberkambrium wieder zurück. Im Süden existierten nach Frech ein südamerikanischer und ein afrikanischer Kontinent, deren Zusammenhang ziemlich wahrscheinlich ist. Nach Osten reichte dieser Kontinent im Unterkambrium ungefähr bis zum Roten Meere und bis Madagaskar. Östlich davon griff der Indische Ozean, Frechs Pandschabprovinz, weit nordwärts, von der Südatlantis den Indisch-Polynesischen Kontinent abtrennend, der ausser Vorder- und Hinterindien hauptsächlich Indonesien und Melanesien aber auch Nordaustralien umfasste. Das trennende Meer war jedenfalls ein relativ seichtes Transgressionsgebiet, das hier über eine altkontinentale Verbindung hinweg sich erstreckte, die wahrscheinlich im Algonkium trocken

---

[1]) Vergl. wegen Einzelheiten Frech, L. P. II. S. 48—61. Siehe auch S. 356. 417. 424. 442. 451. 456. 506.

lag. Während des Mittelkambriums begann hier das Meer zurückzuweichen, und bis zum Ende der Formation war das Gondwanaland wieder hergestellt. Im Norden vereinigte das unterkambrische Pandschab-Meer sich mit dem Mittelmeerischen Gürtel, doch muss dieser im Osten und im Westen dieses Gebietes ziemlich eingeengt gewesen sein, vielleicht durch Inseln, so dass die Pandschabfauna ein eigenartiges von der nordatlantischen und der pazifischen abweichendes Gepräge sich bewahren konnte (Karte 13.)

§ 231. **Pflanzen.** Das Pflanzenkleid der kambrischen Kontinente hat uns leider gar keine Reste hinterlassen, doch können wir den Schluss ziehen, dass immer noch die Lebermoose den vorherrschenden Teil der Flora ausmachten. Dazu kommen noch Farne, Schachtelhalme, Lycopodieen; ferner jedenfalls schon Selaginelleen und vielleicht schon die ältesten Gymnospermen, die dann im Silur bereits Reste hinterlassen haben. Unter den niederen Pflanzen werden besonders die Pilze noch eine beträchtliche Weiterentwicklung erfahren haben, denen die nun grösser werdenden höheren Pflanzen teils bei ihrem Absterben reichlichere Nahrung boten, teils auch schon bei Lebzeiten einen günstigen Nährboden abgaben.

§ 232. **Tiere.** In derselben ungünstigen Lage befinden wir uns auch bei den Landtieren, während Seetiere schon in ziemlich reichem Masse bekannt sind. Unter den Landtieren spielten jedenfalls die Würmer noch eine Hauptrolle, von denen wir alle Ordnungen als bereits vorhanden annehmen können. Von den Mollusken haben wir als mutmassliche Landbewohner bereits im Algonkium Gastropoden kennen gelernt. Unter den Arthropoden kamen zu den Malacopoden und Myriopoden, welch letztere jetzt schon in zwei Zweige sich gespalten hatten, jedenfalls auch schon die ältesten Arachniden und Insekten vor, hervorgegangen aus den ältesten Myriopoden. Von den ersten erschienen zuerst die Skorpione, von denen aber sehr früh schon die Linguateliden und Pantopoden sich abtrennten. Von den Insekten waren die ersten wie alle anderen Arthropoden flügellos und standen den Thysanuren nahe. Doch muss bereits im Kambrium die Erwerbung des Flugvermögens und die weitergehende Differentiation erworben worden sein. Zum ersten Male fand eine wirkliche Eroberung der Luft durch das Leben statt, während bisher kleine Organismen nur zufällig durch den Wind emporgetrieben worden waren. Zunächst waren es Archipteren, die aus den Thysanuren hervorgingen. Von ihnen zweigten sich aber die echten Neuropteren und Orthopteren ab, von denen wenigstens die letzteren im Silur deutlich charakterisiert sich vorfinden. Unter den Seetieren sind nunmehr von den Protozoen, Cölenteraten und Würmern alle Ordnungen vertreten. Auch die Echinodermen haben sich nunmehr differentiert, indem von den Cystoideen zunächst Asteroideen und Palechinoideen und später die Eucrinoideen und Blastoideen abzweigten. Fossile Reste sind freilich nur von Cystoideen und Crinoideen vorhanden.

Die Mollusken haben sich in allen drei Hauptästen noch weiter verzweigt. Von den Cephalopoden erscheinen jedenfalls hier die Stammformen der Ammonoideen, von den Gastropoden die Zeugobranchier und Scutibranchier, von den Lamellibranchiaten die Heteromyarier. Von Crustaceen sind vermutlich die Merostomen und die Arthrostracen im Kambrium zuerst erschienen, die letzteren zweigten im europäischen Meere von den Schizopoden sich ab, ebenso die Xiphosuren von den Trilobiten. Dagegen haben von letzteren die Gigantostracen jedenfalls im nordamerikanischen Gebiete sich abgetrennt. Endlich erscheinen jedenfalls in den kambrischen Meeren zuerst die Selachier, an die Cyclostomen sich anschliessend.

3. Das Silur.

§ **233. Kontinente.** Im Silur [1]) erfährt die Nordatlantis eine weitere Verkleinerung durch Übergriffe des arktischen Beckens. Dieses bedeckt einmal das Gebiet des nordamerikanischen arktischen Archipels sowie die Hudsonbai, andererseits einen grossen Teil von Grönland, sowie das Gebiet bis Spitzbergen. Im Obersilur erstreckte die erste Transgression sich noch weiter südwärts bis zum Atlantischen Ozean und trennte die grosse algonkische Insel vom Festlande der Nordatlantis ab, gleichzeitig auch das atlantische Gebiet der Union überflutend. Das russische Kontinentalgebiet erlitt im Untersilur im Süden eine beträchtliche Einbusse, indem die mittel- und südeuropäische Halbinsel abgetrennt wurde, dagegen breitete es sich weiter ostwärts aus und reichte von Finnland bis zu den Neusibirischen Inseln. Seine Nordgrenze lässt sich nicht genau angeben. Doch umfasste es jedenfalls nach Trockenlegung des über Nowaja Semlja führenden Meeresarmes noch Spitzbergen und Franz Joseph-Land. Im Obersilur wurde Finnland von diesem Kontinente abgelöst, indem sein ganzer übriger südlicher Teil transgredierend vom Meere überschritten wurde. Südlich von diesem Kontinente lag von der Wolga bis zum Irtysch eine grosse Insel, ebenfalls ein Rest des alten kambrischen Kontinentes, während die mandschurische Insel zwar auch altkontinentales Gebiet ist, aber doch während des ganzen Kambrium vom Meere bedeckt blieb. Die Südatlantis war während des obersten Kambrium mit der Nordatlantis bez. mit deren appalachischem Ausläufer in Verbindung getreten und diese Verbindung existierte während eines grossen Teiles des Silur. Erst im Obersilur wurde diese Landbrücke eine kurze Zeit überflutet. Im Osten hatte der Kontinent mit dem südeuropäischen Gebiete sich verbunden, von dem eine schmale im Obersilur durchbrochene Landbrücke nach dem östlichen Teile der Nordatlantis hinüberführte. Es existierten also

---

1) Vgl. Frech, L. P. II., S. 87—117. Siehe auch S. 356. 417. 424. 441. 450. 456. 491. 494. 502. 505.

nordsüdliche Verbindungen während der Deformationsperiode, sie fehlten der Rückbildungsperiode. Im Osten war die Südatlantis breit mit dem Gondwanalande verbunden, das in Australien etwa dieselbe Ausdehnung besass wie im Kambrium, nur reichte es etwas weiter südlich. In Hinterindien dagegen war der nördliche Teil überflutet worden (Karte 14).

§ 234. **Pflanzen.** Im Silur treffen wir endlich wirklich auf Reste von Landpflanzen und haben hier infolgedessen bei unseren Schlüssen festeren Boden unter den Füssen. Pilze und Flechten sind nunmehr sicher vollständig differentiiert, ebenso die Moose, von denen jetzt auch die Laubmoose vorhanden sein dürften. Von diesen Pflanzen sind aber natürlich wegen ihrer Zartheit keine Reste erhalten. Dagegen ist das bei den Gefässkryptogamen der Fall. Farne, Equiseten, Calamiten, Lycopodien, Seleginellen, Lepidodendren und Sigillarien fanden sich bereits auf den silurischen Kontinenten, und zu ihnen kommen von den Gymnospermen vereinzelte Cykadeen und besonders Cordaiten, so dass also die Landflora schon ziemlich reichlich entwickelt war. Infolgedessen mussten nun auch auf den Kontinenten regelmässige und ständige Flusssysteme sich entwickelt haben, die das ganze Jahr hindurch Wasser führten. Es boten sich demnach für eine binnenländische Entwicklung von Wasserorganismen jetzt günstigere Bedingungen als je zuvor.

§ 235. **Tiere.** Unter den Landtieren erscheinen jetzt zuerst die Pulmonaten, die wahrscheinlich auf der europäischen Seite der Nordatlantis aus Opisthobranchiern sich entwickelten und von hier aus im Untersilur sowohl über die Nordatlantis wie auch nach dem Gondwanalande und der Südatlantis sich ausbreiten konnten. Unter den Arachniden schliessen sich an die älteren Skorpione die echten Webspinnen an, unter den Insekten erscheinen neu die Hemipteren. Über die geographische Verbreitung dieser Tiere können wir leider nichts aussagen, da alle Funde auf die Nordatlantis sich beschränken. Wir sehen aber hieraus, dass die Landfauna im Silur sich wohl weiter differentiiert hat, aber eine wesentliche Bereicherung nicht erfuhr. Allerdings ist es möglich, dass von den Crustaceen damals schon Isopoden das trockene Land erreicht haben, und Schizopoden und Amphipoden wenigstens die kontinentalen Gewässer, die jetzt schon wesentlich ihrem Salzgehalte nach von dem Meere abwichen. Unter den marinen Tieren sind nunmehr auch alle Echinodermenordnungen entwickelt mit Ausnahme der jüngeren Echinoideen, die aber durch ihre Vorläufer vertreten sind. Unter den Lamellibranchiaten treten nun auch die Monomyarier auf, und die Siphoniden spalten sich in zwei Äste. Unter den Gastropoden erfahren von den Prosobranchiern die Ctenobranchier eine weitere Differentiation. Unter den Cephalopoden entwickeln sich besonders die Ammonoideen in den europäischen Gewässern, wo sie durch die verschiedenen Goniatidentypen vertreten sind, und hier sind auch die eigentlichen Nautiliden heimisch. Die Crustaceen erreichen während des Silur eine sehr grosse Entwicklung. Jedenfalls waren alle 14 Ordnungen vorhanden, wenn auch

nur sieben fossile Reste hinterlassen haben. Drei Ordnungen davon traten neu auf, die alle von den Schizopoden sich abzweigten, zuerst die Stomatopoden, dann die Kumaceen und die Dekapoden, und zwar unter den letzteren langschwänzige garneelenähnliche Formen. Endlich erfuhren auch die Vertebraten eine weitgehende Differentiation. Von den Selachiern lebten bereits Plagiostomen und Holocephalen. Ausserdem zweigten von den Urselachiern die Urganoiden sich ab. Diese spalteten sich in zahlreiche Zweige: Chondrostier, Cephalaspiden, Pteraspiden, Acanthodiden, Crossopterygier und Dipnoer. Von diesen treten die Chondrostier zuerst in den nordamerikanischen Gewässern auf und von ihnen zweigen die Placodermen sich ab. An die Crossopterygier dagegen schliessen in Europa die Heterocerci sich an. Diese Ganoiden und besonders die Dipnoer bewohnten jedenfalls vorwiegend die Flachsee und drangen auch früh schon in die Binnengewässer ein. Gerade im Silur war ihnen durch die Anordnung der Kontinente die Möglichkeit gegeben, entlang der Küsten fast über die ganze Erde sich auszubreiten. Als Heimatsgebiet dieser Fische werden wir das nordatlantische Becken ansehen, das im unteren Silur vollständig isoliert war und erst während der Transgressionsperiode des oberen Silur mit den anderen Meeren in Verbindung trat. In diesem abgeschlossenen Gebiete wird also diese wichtige Entwicklungsphase der Wirbeltiere durchlaufen worden sein, die den Übergang zum Lande einleitete.

4. Das Devon.

§ 236. **Kontinente.** Das untere Devon[1]) war wieder eine Zeit der Deformation, infolgedessen begegnen wir einer zum Teil beträchtlichen Ausdehnung des Landes. Die Nordatlantis besonders erfährt im Westen eine beträchtliche Erweiterung, die selbst die Ausdehnung in kambrischer Zeit übertrifft, indem das Hudson-Becken trocken gelegt wird und ebenso das Gebiet zwischen der algonkischen Insel und der jetzigen pazifischen Küste. Dieser westliche Teil der Nordatlantis erstreckt sich südwärts bis zum Plateau von Anahuac, dagegen bleibt das Mississippibecken und das der Kanadischen Seen ein Meerbusen, der vom Pazifischen Meere sich landeinwärts erstreckt. Es ist dies Frechs nördliches Helderberg-Meer, das vollkommen von den europäischen Meeren isoliert ist, nach Frech allerdings durch eine Halbinsel inmitten des Atlantischen Ozeans, die etwa die Lage von dessen mittelerer Bodenschwelle hat, deren Vorhandensein aber, wie die beifolgende Karte zeigt, nicht notwendig ist, um die Beziehungen dieses Helderberg-Meeres zu erklären. Auch im Norden erlangte die Nordatlantis wieder eine ähnliche Ausdehnung wie im Kambrium, wenn auch Spitzbergen nicht

[1]) Vgl. Frech, L. P. II. S. 219—256. Siehe auch S. 338. 416. 424. 441. 450. 456. 490. 494. 502. 505.

wieder ihr einverleibt wurde. Im Osten tauchte das skandinavische Massiv endlich wieder vollständig aus den Wogen des Ozeans auf und trat im Süden über Nordengland und Schottland mit der Nordatlantis in Verbindung. Endlich erstreckte sich das Land auch noch über den grössten Teil des europäischen Russland. Im Süden hatte die nach Südamerika über Westindien führende Landbrücke sich wieder erhoben und verband die Nordatlantis mit dem grossen Südkontinente. Von der mitteldevonischen Transgression wurde der äusserste Osten und Westen des Kontinentes betroffen, Russland und der Nordwesten von Nordamerika. Durch die letztere Überflutung wurde die mexikanische Insel von der Nordatlantis abgetrennt. Wie das skandinavische so ist auch das Angaramassiv im untern Devon wieder trocken gelegt worden. Im Mitteldevon wird es allerdings noch einmal im Jenissei- und Lenagebiete überflutet, dagegen dehnt sich sein östlicher Teil etwas südwärts aus. Der grosse Südkontinent ist in Südamerika durch das Übergreifen des südlichen Helderberg-Meeres bis an die Mündung des Amazonenstromes etwas beschränkt. Dagegen gewinnt der Kontinent hier etwas gegenüber dem Nordatlantischen Becken. Dafür dringt dieses in das Atlasgebiet ein. Weiterhin verliert der Kontinent seine nördlichsten Gebiete zwischen der Balkanhalbinsel und dem Aralsee an das Mittelmeer; dagegen werden die südlichsten Teile der mandschurischen Insel angegliedert und auch von China und Japan weicht jetzt das Meer zurück. Ebenso dehnte der Südkontinent sich über den grössten Teil von Australien aus, nur das Murraygebiet blieb noch vom Meere bedeckt. Weiter westlich dagegen drang das Meer vor und überflutete besonders ganz Südafrika ungefähr bis zum Wendekreise. Die mitteldevonische Transgression betraf besonders die jungen Landgebiete im Nordosten des Südkontinentes, China und Japan, sowie Turkestan und Nordiran, dann auch Teile von Australien (Karte 15).

§ 237. **Gebirge.** Wir hätten eigentlich bereits beim Silur schon auf die Gebirgsfaltungen eingehen müssen, doch lassen sich die silurischen von den devonischen wie schon erwähnt nur schwer trennen. Wir können die Angliederung der Ketten an die alten Massive auch hier verfolgen. Der Hauptzug beginnt im Coloradogebiete. Dann folgen Teile der Appalachien und weiterhin bildete der Faltenzug die Südgrenze der Nordatlantis. In Europa schliessen sich an ihn die kaledonischen Falten Irlands, Grossbritanniens und Norwegens an, die teilweise wenigstens als posthum werden angesehen werden müssen. Sie bildeten im Silur zunächst die Ostgrenze der Nordatlantis und durch ihre Hebung wurde die Lücke zwischen dieser und der finnischen Insel geschlossen. Im Devon dagegen begrenzten sie den Osten des Oldredmeeres, eines schmalen Transgressionsbeckens, dem die verwitternden Hochgebirge die gewaltigen Schuttmassen lieferten, die jetzt die Old-red-Schichten bilden. Auf ihnen bildeten sich vielleicht auch die ersten Gletscher der Erde aus. Im Norden schlossen an die Massive die Diskordanzen

von Spitzbergen und Grönland sich an. Ein anderer Zweig des transatlantischen Gebirgszuges wandte sich in Europa südostwärts, die Südgrenze der skandinavischen Masse bildend. Einen Teil davon sehen wir im Böhmerwalde vor uns. Weiterhin finden wir Gebirge am Südrande des Angarakontinentes im Sajanischen Gebirge und in der Gobi. Im Süden schliessen die Gebirge von Guayana und Brasilien dem Rande der Südatlantis sich an, nur die Gebirge von Dekhan würden sich vorläufig nicht mit einer Küstenlinie zur Deckung bringen lassen (vgl. Karte 11).

§ 238. **Pflanzen.** Die Flora der devonischen Kontinente ähnelt noch sehr der der silurischen. Gefässkryptogamen, unter denen die Farne, Calamiten und Lepidodendren vorherrschten, waren besonders charakteristisch. Dazu kamen von den Gymnospermen die Cordaiten und Cycadeen und vielleicht auch schon die ältesten Coniferen und Gnetineen. Fossile Reste sind freilich nur von den Cordaiten bekannt, während unter den Pteridophyten Reste von Sigillarien, Lepidodendren, Lycopodieen, Calamiten und Farne erhalten sind. Besonders vielseitig entwickelt sind die Farne, unter denen Sphenopteriden und Archäopteriden besonders häufig sind. Die Gliederung der Kontinente lässt es wahrscheinlich erscheinen, dass eine ähnliche Flora alle bewohnte. Hingen doch schon im Untersilur fast alle Kontinente zusammen, nur die asiatischen Gebiete waren isoliert. Im Devon aber waren die Verbindungen sogar noch breiter und günstiger. Selbst nach dem Angarakontinente mussten wenigstens die leichten Sporen der Kryptogamen transportiert werden können. Auch trat ja im Oberdevon der Rest des Angarakontinentes mit Teilen des Südlandes in Verbindung. Im Oberdevon mag aber im Südlande schon eine etwas abweichende Entwicklung eingesetzt haben, da dieses jetzt durch breiteres Meer von den nördlichen Ländern getrennt wurde und nur an einer Stelle noch ein direkter Austausch möglich war.

§ 239. **Tiere.** Unter den Landtieren sind im Devon besonders die Arthropoden hervorzuheben, neben denen natürlich auch noch die Gastropoden und die Würmer eine grosse Rolle spielten. Von den ersteren traten jedenfalls in Nordamerika zuerst die Stylommatophoren auf. Von den Arachniden waren jedenfalls schon alle Ordnungen vertreten, von denen die Acariden von den Webspinnen, die anderen von den Skorpionen sich abzweigten. Diese Differentiation des Skorpionstammes ist wahrscheinlich auf der Nordatlantis erfolgt, von wo aus die Tiere sich noch im Oberdevon fast universell ausbreiten konnten. Von den Insekten sind nachgewiesen Orthopteren, Archipteren, Neuropteren. Dazu kamen jedenfalls noch die Hemipteren, deren Abzweigung von Neuropteren wir ins Silur zurückverlegt haben, und diese waren möglicherweise schon in Homopteren und Heteropteren gespalten. Endlich haben vielleicht auch schon die Coleopteren damals sich von den Orthopteren getrennt, und zwar waren es jedenfalls holzfressende Tiere. Wichtiger noch als diese Ausbreitung des Insektenstammes ist der Umstand, dass

wir ins Devon die ersten landbewohnenden Wirbeltiere versetzen müssen, die, wie wir im systematischen Teile erwähnten, jedenfalls in der Nordatlantis sich entwickelt haben, vielleicht innerhalb der grossen Stromgebiete, die in das Old-red-Meer bezw. in das nordatlantische Becken einmündeten, die beide die Hauptgebiete der Ganoiden und Dipnoer gewesen sein dürften. In letzterem haben wahrscheinlich die Ctenodipterinen von den alten Dipnoern sich abgezweigt. Die Lungenfische wurden durch Wassermangel gezwungen zum Teil zu Landtieren und wandelten ihre Flossen, die noch auf einer sehr niedrigen Entwicklungsstufe stehen, in die vier Gliedmassen der höheren Wirbeltiere um, für die der fünfstrahlige Bau der Endglieder charakteristisch ist. Diese Urlandvertebraten gingen bald in zwei divergente Äste auseinander, in die Urreptilien vom Habitus der Proterosauriden und in die Uramphibien, die in ihrem Habitus am meisten den Salamandern sich angenähert haben dürften. Von diesen zweigten die Stegocephalen sich ab, die bereits im Devon in die drei Zweige der Stereospondylen, Temnospondylen und Lepospondylen sich teilten, die im Karbon schon ziemlich weit differentiiert erscheinen. Endlich haben von den Uramphibien sich jedenfalls bereits damals die Vorfahren der Cäcilier abgezweigt, so dass von den vier Amphibienordnungen bereits drei vorhanden waren. Wenden wir uns nun den Seetieren zu, so haben sich die Ganoiden nicht weiter verzweigt, doch haben wir nun von allen Ordnungen sichere Reste, deren Vorhandensein wir schon für das Silur vermuteten. Von anderen Meerestieren sind unter den Cephalopoden wahrscheinlich zum ersten Male die Dekapoden erschienen, die von Orthoceras-ähnlichen Formen sich abgezweigt haben mögen, fossil treten sie ja freilich erst in der Trias auf. Die Goniatiden trieben während der Devonzeit den unfruchtbaren Seitenzweig der Clymenien. Im übrigen können wir das Devon als eine Zeit ruhiger Weiterentwicklung ansehen, wie überhaupt jetzt in der Meerestierwelt hauptsächlich nur bei den Vertebraten wesentliche neue Ordnungen schaffende Veränderungen eintreten, während natürlich im einzelnen auch bei den anderen Tierklassen wie z. B. bei den Crustaceen, den Cephalopoden, den Anthozoen und anderen eine Weiterentwicklung zu beobachten ist, auf die wir aber hier nicht näher eingehen können.

5. Das Karbon.

§ **240. Kontinente.** Im Karbon[1]) ist die letzte Verbindung zwischen den Nord- und den Süderdteilen gelöst, beide bilden grosse langgestreckte Landmassen. Der oberdevonische Angarakontinent hatte ausserordentlich an Ausdehnung gewonnen, indem nunmehr endgültig das

[1]) Vgl. Frech, L. P. II. S. 394—404. Siehe auch S. 336. 415. 423. 448. 450. 456. 493. 499—502.

Angaramassiv über die Oberfläche der Ozeane auftauchte. Ausserdem wurde aber auch der untere Teil des Obtieflandes wasserfrei und der Rand des Festlandes durch Nowaja Semlja gebildet. Hier trennte eine schmale Meeresstrasse den Angarakontinent von der Nordatlantis, das Wolgabecken mit dem Arktischen Ozean verbindend. Auf der anderen Seite trennte eine ähnlich schmale Strasse den Kontinent von demselben grossen Festlande: die Nordatlantis reichte damals etwa von 190° O bis 45° O, also durch 215 Längengrade. Die oberdevonische Nordatlantis hatte besonders im Westen an Ausdehnung gewonnen, wo die arktischen Inseln und das ganze Mackenziegebiet, sowie das Gebiet der Kanadischen Seen ihr angegliedert wurden. Ebenso wurde im Osten das Oldred-Meer zu Land, und dieses breitete sich auch in Westrussland bis zum Schwarzen Meere aus, hier die pontische Halbinsel bildend, die ostwärts bis über den Aralsee reichte und das Wolgabecken vom Mittelmeere trennte. Eine zweite Halbinsel erstreckte nach Portugal sich südwärts. In der Mitte der Karbonzeit gewann das Kontinent im Süden noch an Ausdehnung. Das ganze mitteleuropäische Becken zwischen der pontischen und der lusitanischen Halbinsel wurde trocken gelegt, Neuschottland, das untere Mississippigebiet wurden Land, Angarakontinent und westlicher Teil der Nordatlantis vereinigten sich nördlich der Beringstrasse, und auch das Land vom Irtysch bis zum Jangtsekiang tauchte aus den Wogen auf. Dem standen aber auch ansehnliche Landverluste gegenüber. Das Wolgabecken trat in breitere Verbindung mit dem Arktischen Meere, indem es Nordwestrussland, aber auch das Petschoragebiet und Nowaja Semlja überflutete. Ebenso erlitt der Angarakontinent von Korea bis Kamtschatka grosse Einbusse. Endlich drang der Davisstrasse folgend ein breiter Arm des Arktischen Ozeanes tief in die Nordatlantis ein, fast bis in die Breite von Neufundland, die alte Nordatlantis fast in zwei Teile zerschneidend, die nur noch durch eine schmale Brücke verbunden waren, in die Nearktis und in die von Grönland bis Finnland reichende Nordatlantis im engeren Sinne. Diese Transgression erfolgte etwas früher, als die Regression in Mitteleuropa, und eine kurze Zeit hindurch trat dieses Davisbecken mit dem nördlichen Teile des mitteleuropäischen in Verbindung, sowie dieses mit dem weiter ausgedehnten Wolgabecken, so dass eine kurze Zeit hindurch die Nordatlantis isoliert war und die pontische Halbinsel über den zuerst gehobenen südlichen Teil des mitteleuropäischen Beckens mit der Nearktis zusammenhing. Eine kleine oberkarbonische Transgression betraf schliesslich Bosnien und seine Nachbarländer. Im Süden war die Küste entlang der Mittelmeere gegenüber dem Oberdevon zurückgewichen. Dafür war ein grosser Teil des Helderberg-Meeres Land geworden. Ebenso hatte sich die Küste in Südafrika bis an den Oranjefluss südwärts geschoben. Im Osten dagegen drang der Sumatra-Meerbusen tief in das alte Gondwanaland ein. Fast das ganze Land nördlich dieses Golfes wurde in der Mitte des Karbon transgrediert,

›enso die Gebiete an der Nordküste des Südkontinentes und besonders e tunesische Halbinsel, die mit der lusitanischen das nordatlantische ecken ostwärts begrenzte. Dagegen wurde jetzt ganz Südafrika und ganz ustralien Land. Im obersten Karbon endlich unterlagen Guayana, das mazonenstromgebiet und das Indusgebiet einer Transgression (Karte 11).

§ **241. Gebirge.** Grossartig war der Gebirgsfaltungsprozess [1]), er in der Mitte der Karbonzeit einsetzte, wobei die Gebirge in der Iauptsache den Rändern der Kontinente folgten. Den Südrand der Nordatlantis bezeichnete das längste und bestbekannte der damaligen Gebirge, das durch südnördlich gerichteten Druck an den Kontinent ingeschoben wurde. Seine westlichen Spuren finden wir in den karbonischen Diskordanzen des Felsengebirges. Weiterhin stiegen die Appalachien empor und infolge dieser Hebung trat die oben erwähnte nordamerikanische Regression ein. Das Gebirge führte nun über den jetzigen Ozean und setzte sich in den aremorikanischen Ketten fort, die in Mittelfrankreich mit den variskischen zusammenscharten und durch ihre Erhebung die Regression in Mitteleuropa bedingten. Als Randgebirge der Nordatlantis ergeben sich dann weiter noch die iberische Meseta, Sardinien, das Rhodope-Gebirge, die armenischen Ketten, das Donetz-Gebirge, endlich die Diskordanzen von Spitzbergen. Ural, Timangebirge und Nowaja Semlja gehören dem Angarakontinente an, ebenso vielleicht Franz Joseph-Land. Als nördliches Randgebirge müssen wir auch den Taimyrbogen auffassen. Dagegen war der Werchojansiche Bogen kontinental, wenn nicht etwa an dieser Stelle ein Busen des Arktischen Meeres tief ins Innere des Angarakontinentes eingriff. Dieser Bogen setzte sich vermutlich in Alaska fort und schloss dem Verlaufe des Felsengebirges folgend an die Colorado-Falten sich an, durch seine Aufstauung die Verbindung des Angarakontinentes mit der Nearktis bewirkend. Im Osten legten in Japan Gebirgsfalten sich an den Angarakontinent, im Süden sind zu nennen die Falten der Gobi, das Sajanische Gebirge, der Altai, weiterhin der Tienschan, der Kuenlun und das Tsinling-Gebirge, sowie vielleicht auch die sinischen Ketten. Randgebirge des Südkontinentes waren zweifellos die argentinischen Pampassierren, die südafrikanischen Gebirge und die australischen Kordilleren, die in ihrer Ausdehnung etwa der oberkarbonischen Regression entsprechen, sowie die Faltungen in Sumatra und jedenfalls auch die Faltungen in Cochinchina, während die Ost-Ghets innerhalb des Kontinentes lagen (vgl. Karte 11).

§ **242. Pflanzen.** Die karbonischen Landpflanzen schliessen sich unmittelbar an die devonischen an, nur die Schizoneuren repräsentieren eine neue Ordnung. Dafür entfalten aber die alten Pflanzen eine grosse Üppigkeit. Dabei muss die Flora besonders im Oberkarbon in den nördlichen Kontinenten eine sehr gleichartige sein, da sie alle miteinander

[1]) Vgl. S. 499—502.

in Verbindung standen. Dagegen muss im Süden sich jetzt schon die eigenartige Glossopterisflora entwickelt haben, besonders die beiden Gattungen Glossopteris und Gangamopteris. Ausserdem nehmen wir an, dass hier die Gymnospermen eine besonders starke Entwicklung erfahren haben, während die Lepidodendren und Sigillarien zurückgingen. Die Kontinente waren jetzt schon von ziemlich dichten und hohen Beständen bewachsen, unter denen im allgemeinen die Farne eine Hauptrolle spielten, die nicht nur auf die feuchten Distrikte beschränkt waren, die uns die Steinkohlenlager überliefert haben. Ebenso waren vielleicht die Coniferen schon verbreiteter als es den Anschein hat, da sie auch in trockenen Gegenden vorkommen, die der Erhaltung dieser Pflanzen wenig günstig waren. Unsere fossilen Reste stammen ja alle aus Gegenden, die reich an Torfmooren waren, also aus Küstenniederungen und Mulden innerhalb der Gebirge. Die Kohlenfelder aus ersteren geben uns einen guten Anhalt für den Verlauf der Küstenlinien. Zu ihnen gehören nach Frech[1]) zwei Typen, der Donetztypus mit wiederholten Transgressionen und der westfälische Typus mit gelegentlichen Meereseinbrüchen, während die binnenländischen Lager den Saarbrückener Typus bilden. Die wichtigsten Kohlenlager der Kontinente verteilen sich in folgender Weise auf diese Typen.

	Donetz-Typus.	Westfälischer Typus.	Saarbrückener Typus.
Nearktis.	Texas. Missouri-Illinois. Michigan.	Appalachisches Kohlenfeld. Rhode-Island. Neu-Schottland — Neu-Braunschweig.	
Nordatlantis.	Schottland (Kulm). Asturien. Karnische Alpen. Donetz. Moskau.	England. Belgien. Ruhrgebiet. Oberschlesien.	Spanien. Französisches Zentralplateau. Deutsche Mittelgebirge. Böhmen. Niederschlesien. Saarbrücken. Zentralalpen. Toskana.
Angarakontinent.	Schantung (Kulm).	Schantung. Schansi.	
Gondwanaland.	Südchina. Australien.		

Diese Kohlenlager, wenigstens die grossen müssen wir als Torfbildungen ansehen. Nun tritt allerdings bei einem Jahresmittel von über 12° C keine Vertorfung ein[2]) und wir haben für das Karbon eine Erdtemperatur von über 18° C gefunden. Doch ist damit natürlich nicht gesagt, dass wirklich überall auf der Erde diese Temperatur geherrscht

1) Frech, L. Pal. 1, S. 269—270.
2) Frech, L. P. S. 272.

hätte, vielmehr nur, dass damals eine Temperatur herrschte, die etwa 3—5,3° höher war als die jetzige. Deshalb können also recht gut in weiten Gebieten der Erde Temperaturen geherrscht haben, die die Vertorfung gestatteten, besonders in etwas höherer Lage.

§ 243. **Tiere.** Unter den Landtieren der karbonischen Kontinente stehen unstreitig die Wirbeltiere an der Spitze, und zwar kommt hier vielleicht als neue Ordnung die der Theromorphen hinzu, die in dem isolierten Südkontinente aus den Rhynchocephalen sich entwickelten und zwar wahrscheinlich in deren mittleren Teile. Es sind dies dieselben Ordnungen wie im Devon, aber jetzt ausserordentlich vielseitig entwickelt und zwar besonders die Stegocephalen. Diese Wirbeltiere lassen sich aber nur auf der Nordatlantis nachweisen. Sie haben also jedenfalls im Devon nicht mehr die Südatlantis erreichen können, und gelangten erst im Oberkarbon nach dem Angarakontinente, während sie den Südkontinent erst im Perm erreichen konnten. Von den Insekten sind alle bisher erwähnten Ordnungen im Karbon fossil bekannt, allerdings wieder nur von der Nordatlantis, doch ist es nicht wahrscheinlich, dass diese flugfähigen Tiere hätten auf den Kontinent beschränkt sein sollen, zumal sie sich bereits im Devon differentiiert hatten. Dazu kamen alle Ordnungen der Anachniden, beide Gruppen der Myriopoden, die Malakopoden, Isopoden, Gastropoden und Würmer, die zusammen schon eine ziemlich mannigfache Fauna ausmachten, allerdings fast durchgängig von kleinen Dimensionen. Vielseitiger war natürlich das Leben im Wasser. Hier ist zunächst bemerkenswert das Verschwinden der Acanthodiden, Cephalaspiden und Pteraspiden, das vielleicht damit in Zusammenhang steht, dass die von diesen besonders bewohnten Binnenmeere jetzt in breite Verbindung mit dem Ozeane traten, und dass nach dem Massenwirkungsgesetze die Bewohner des kleineren Lebensgebietes denen des grösseren unterlagen. Dafür zweigten sich jetzt jedenfalls in den europäischen Meeren die Lepidostier von den Paläonisciden ab. Neu treten dann im Karbon die regulären Seeigel auf, die hier von den Perischoëchiniden sich abzweigen. Im übrigen entwickelt sich die alte Tierwelt weiter, die im Meere nur unwesentliche Faunaunterschiede aufweist.

6. Das Perm.

§ 244. **Kontinente.** Im Perm[1]) sind die Altersbestimmungen verschiedener Schichten besonders der südlichen Hemisphäre noch zu unsicher, um die Rekonstruktion einer paläogeographischen Karte zu gestatten, die einigen Anspruch auf Richtigkeit hätte. Im unteren Perm hatte die Nordatlantis etwa dieselbe Ausdehnung wie im oberen Karbon, doch war das Davisbecken jedenfalls nach Süden noch etwas weiter

[1]) Vgl. Frech, L. P. II. S. 660—664. Siehe auch S. 327—331. 336. 414. 423. 440. 450. 455. 487—490. 493.

ausgedehnt, so dass es mit dem nordatlantischen Becken durch eine schmale Meeresstrasse in Verbindung trat und die Nearktis vollständig von der Nordatlantis abtrennte. Die Nearktis hatte sich westwärts etwas ausgedehnt, doch war Kalifornien noch Meeresgebiet. Nach Süden zu trat die Nearktis mit der Südatlantis in Verbindung und schnitt so das nordatlantische Meer von dem Grossen Ozeane ab. Bei der eigentlichen Nordatlantis fand bereits im unteren Perm eine bedeutende Vergrösserung der pontischen Halbinsel statt, die das Wolgabecken wieder mehr einengte und besonders seine Verbindung mit dem Mittelmeere beschränkte. Im oberen Perm erfolgt von Nordosten her die Zechsteintransgression über Mitteleuropa, die hier ein seichtes Binnenmeer schuf, das gegen Ende des Perm wieder trocken gelegt wurde. Das Wolgabecken war schon im unteren Perm von Westen her eingeengt worden. Jetzt wurde es wenigstens im Süden ganz trocken gelegt, so dass die Nordatlantis mit dem Angarakontinente sich verband. Auch nach Süden hatte jedenfalls eine Ausdehnung stattgefunden, die über Spanien und Marokko zu einer Verbindung mit dem Südkontinente führte, so dass das nordatlantische Becken zu einem Binnenmeere wurde, das nur in sehr schmaler Verbindung mit dem Arktischen Ozeane stand. Dagegen stand das südeuropäische Meer in offener Verbindung mit dem südasiatischen und über dieses mit dem pazifischen. Der Angarakontinent reichte wie im Oberkarbon südwärts bis zum Jangtsekiang, wie die Kohlenflötze bei Nanking beweisen. Auch verband er sich im Oberperm jedenfalls mit Indien. Ebenso stand er noch mit der Nearktis in Verbindung, erst im oberen Perm wurde diese gelöst. Im unteren Perm wurde durch die Gebirgshebung vielleicht Japan trocken gelegt, im oberen folgte aber in Ostasien wieder eine Transgression. Der Südkontinent wurde von Süden her etwas eingeengt, indem das Meer sowohl zwischen Südamerika und Afrika als zwischen Afrika und Australien nordwärts vordrang. Die bedeutendste Transgression trat aber in Australien ein, wo Queensland, Neusüdwales und Tasmanien davon betroffen wurden, während Victoria dauernd Land blieb. Auch die genannten Länder wurden im oberen Perm wieder trocken gelegt. Eine dauernde Transgression erfuhr Birma.

§ 245. **Eiszeit**[1]). Wir haben wegen der allmählichen Abkühlung der Erde deren Temperatur während des Perm noch bis zu 3° wärmer als heute anzunehmen. Der Unterschied ist aber nicht bedeutend genug, um die Erde von den kosmischen Einflüssen unabhängig zu machen. Ist doch berechnet worden, dass in 30 m Tiefe eine Temperatur von 1000° herrschen müsste, wenn von innen heraus der Erdoberfläche ebensoviel Wärme geliefert werden sollte, als sie von der Sonne erhält[2]). In der Jetztzeit wäre die Erdwärme nur imstande, jährlich eine

---

1) Siehe S. 487—490.

2) M. Eckholm, On the variations of climate, Quart. journ. Roy. Meteorological Society. 1901. V. 27. p. 6.

9 mm dicke Eisschicht auf der Erde zu schmelzen [1]), während die Sonnenwärme eine 30 m dicke auftauen könnte, so dass die Erdwärme nur etwa $^1/_{3333}$ der Sonnenwärme beträgt. Infolgedessen darf es uns nicht wundern, wenn wir im Perm durchgängig eine Temperaturerniedrigung eintreten sehen, die selbst zu Bildung ausgedehnter Eismassen führte. Allerdings haben wir keinen Grund zur Annahme einer Inlandeisentwicklung, vielmehr erwähnten wir schon früher, dass wir alle Eisbildungen von den karbonischen Hochgebirgen herleiten können. Als Vergletscherungszentren müssen wir sicher das südafrikanische Hochland, das Gebirgsland des Dekhan und die australischen Kordilleren, vielleicht auch die argentinischen Sierren und die aremorikanischen Berge ansehen. Die Gletscherentwicklung war so beträchtlich, dass es zur Bildung von Eisdriften kam, die an der Bildung der glazialen Ablagerungen der Salzketten, wie in Neusüdwales und Queensland, wesentlich beteiligt sind, wo infolgedessen die Gletscherschrammen vollständig fehlen.

§ **246. Pflanzen.** Die Pflanzenwelt des Perm unterscheidet sich in den Ordnungen fast gar nicht von der des Karbon. Nur die Annularien und Kalamiten sind bereits vollständig verschwunden. Im einzelnen weichen dagegen die Floren ziemlich wesentlich voneinander ab. Wohl gibt es noch Sigillarien und Lepidodondren, aber sie kommen nur noch spärlich vor. An ihrer Stelle werden jetzt die Koniferen häufiger, neben denen aber auch die Farne und Cykadeen eine grosse Rolle spielen. Innerhalb des grossen Südkontinentes hat sich die Glossopterisflora ausgebildet, die auch während des Perm ihre isolierte Stellung behauptet, da die Verbindung mit den Nordkontinenten auf ziemlich schmale Landbrücken beschränkt ist.

§ **247. Tiere.** Die höhere Landfauna erfährt im Perm eine ausserordentliche Differentiation. Auch hier erfahren die Nord- und Südkontinente eine getrennte Entwicklung. Im Norden spalten die Rhynchocephalen sich in einzelne Zweige. Dagegen entwickelten sich im Süden, wohin die Rhynchocephalen ganz im Anfange des Perm gelangt sein müssen, eine Reihe neuer Ordnungen. Der südliche Rhynchocephalenzweig sind die Mesosauriden, aus denen die Theromorphen, die Ursäugetiere, die Ichthyosaurier, Sauropterygier, Dinosaurier und Krokodile direkt, die Schildkröten indirekt hervorgingen, wie wir das früher auseinander gesetzt haben [2]). Alle diese Tiere breiteten sich noch während des Perm nach den nördlichen Ländern aus, immerhin blieben eine ganze Reihe von Familien auf den Südkontinent beschränkt. Während so während des Perm die Erde nach der Verteilung der Wirbeltiere sicher in wenigstens zwei tiergeographische Regionen zerfiel, können wir bei den anderen Tierkreisen leider diese Einteilung nicht nachprüfen. Unter den Seetieren müssen sich bereits während des Perm die Pycno-

---

[1]) Jäger, Theoretische Physik. II. S. 111.

[2]) S. 329—332.

dontiden von den Platysomiden getrennt haben, da diese mit dem Perm ausstarben. Sonst dürften die Neodipnoer im Perm sich abgezweigt haben, die ebenso im Südkontinente sich ansiedelten, wie die Paladipnoer in den nördlichen Gebieten. Sonst erscheinen nur wenig neue Formen, dagegen verschwinden einige für die karbonischen Meere charakteristischen wie die Cystoideen und Blastoideen. Charakteristisch für das Perm ist die Ausbildung von faunistischen Meeresprovinzen, die durch die Verbindung der Kontinente hervorgerufen werden. Solche Binnenmeere waren z. B. das nordatlantische Becken, das Wolgabecken, das Zechsteinmeer. Jedes musste seine eigentümliche Fauna besitzen, die erst später wieder in einer allgemeinen Fauna aufging.

C. Das Mittelalter der Erde.

1. Die Trias.

§ 248. Kontinente. Während der Trias[1]) zeigt die Ausdehnung der Kontinente noch ganz paläozoischen Charakter, der sich besonders in dem Vorhandensein des grossen Südkontinentes ausprägt. Im Norden ist während der ganzen Trias der Angarakontinent mit Skandinavien landfest verbunden und zwar jedenfalls breiter als im Zechstein, indem das ganze Wolgabecken nunmehr trocken gelegt war. Dagegen waren die westlichen Teile der früheren pontischen Halbinsel überflutet, ebenso wie der grösste Teil des alten Zechsteinmeeres. Ebenso war der Angarakontinent im Osten durch einen Meeresarm verkleinert worden, der vom Ochotskischen Meere zur Lenamündung führend den Arktischen mit dem Pazifischen Ozeane verband, die beide zusammen während der ganzen Trias eine Haupttierprovinz bildeten. Die Nordatlantis, die im Osten mit dem Angarakontinente zusammenhing, hatte ungefähr dieselbe Ausdehnung wie im unteren Karbon, nur reichte sie weiter westwärts, indem auch noch Kamtschatka und der äusserste Osten von Sibirien ihr zugehörten. Im Keuper öffnete sich zwischen Skandinavien und Island eine schmale Meeresstrasse, deren Vorhandensein wir schon früher aus tiergeographischen Gründen erschlossen. Der Nordkontinent stand in der unteren Trias wie im oberen Perm an drei Stellen mit dem Südkontinente in Verbindung, infolgedessen musste während dieser Zeit ebenfalls die faunistische Gliederung der Meeresräume vorherrschen. In der obersten Trias wurden aber diese Verbindungsbrücken alle überflutet und infolge davon trat eine Faunenausgleichung ein. Infolgedessen stimmen z. B. in der alpinen Trias Buntsandstein und Muschelkalk ganz mit den deutschen Vorkommnissen überein, während der Keuper völlig abweicht. Es ist dies die Folge von der Transgression

[1]) Siehe S. 326—329. 414. 423. 439. 440. 449. 455.

der indischen Brücke. Besonders die Ammonoideen erscheinen jetzt in reicher Fülle in den mittelmeerischen Gewässern, hatten sie sich doch, wie wir annahmen, im indischen Teile des zerschnittenen mittelmeerischen Gürtels entwickelt. Gegen Ende des Keuper muss aber die Verbindung wieder erschwert worden sein, da nunmehr das alpine und ausseralpine Vorkommen der Trias wieder ähnlicher wird und in der Zone der Avicula contorta fast vollkommen übereinstimmt. Beim Südkontinente hat der südamerikanische Anteil eine beträchtliche Vergrösserung erfahren, nur kleine Teile des peruanischen und chilenischen Küstengebirges waren Meer. Ebenso hatte der Kontinent im Osten dadurch an Ausdehnung gewonnen, dass er bis Neuseeland sich erstreckte, das damals zuerst an ein Kontinentalgebiet sich anschloss. Dagegen war das Gebiet der malaiischen Inseln sowie Melanesiens von den Fluten des Grossen Ozeans bedeckt. Mit dem Ende der Keuperformation begann dann spätestens eine grosse Transgression, die zwischen Afrika und Australien den Indischen Ozean schuf, dessen Boden sich immer tiefer senkte und seit dieser Zeit nicht wieder Festland geworden ist. Damit erreicht endlich der grosse Südkontinent sein Ende, der abgesehen von der unterkambrischen Transgression wenigstens vom Algonkium bis zum Keuper bestanden hat, also etwa während 88% der seit dem Beginn des Algonkium vergangenen Zeit. Es ist selbstverständlich, dass diese lange Dauer des Bestehens auf die Lebewelt der Südkontinente ausserordentlich eingewirkt haben muss. Eine Reihe merkwürdiger Beziehungen der niederen Tiere gehen jedenfalls auf diese Zeit zurück, so z. B. die der Würmer. Die transpazifischen Übereinstimmungen liessen sich auch erklären durch Wanderungen über Afrika, wo die Tiere ja seit der Trias ausgestorben sein können. Es bestimmt mich zu dieser Annahme einmal das hohe Alter der Würmer und dann ihre geringe Migrationsfähigkeit, die es kaum möglich erscheinen lässt, dass sie während der relativ kurzen direkten Verbindungszeit zwischen Südamerika und Australien den grossen Raum hätten durchwandern sollen, der beide Kontinentalmassen trennt. Auch die Verbreitung von Peripatus geht vielleicht bereits auf diese Zeit zurück. (Karte 17).

§ 249. **Pflanzen.** Unter den Pflanzen der Triaszeit spielen Cykadeen, Koniferen und Farne eine grosse Rolle, neben denen auch die Equiseteen häufig sind. Von den letzteren haben sich bereits im Perm, vielleicht noch früher die Schizoneuren abgezweigt, die jetzt zuerst fossil bekannt sind. Ebenso erscheinen hier zuerst in sicheren Resten die Hydropteriden, deren Abzweigung von den echten Farnen aber jedenfalls schon weit früher erfolgt ist. Endlich nehmen wir aus früher erörterten Gründen an, dass in der Trias von den Gnetineen die ersten Monokotyledonen sich abgezweigt haben, mögen die hierher gerechneten Reste auch sehr problematisch sein. Eine weite Verbreitung haben sie aber keinesfalls erlangt, vielmehr haben sie jedenfalls

zunächst im Süden des Angarakontinentes sich ausgebildet und von hier nur sehr langsam sich ausgebreitet. In Betracht kommen von den Monokotyledonenordnungen besonders die Pandanalen und Helobien.

§ **250. Tiere.** Mit dieser ersten Entwicklung von Blütenpflanzen muss die der Insekten parallel gegangen sein, indem von den Neuropteren die Lepidopteren, Hymenopteren und Dipteren sich abzweigten, die aber ihrer Verbreitung nach durchaus nicht mit den jetzigen verglichen werden können. Wie die Angiospermen waren sie jedenfalls noch ganz auf den Angarakontinent beschränkt und hier natürlich auch nur in geringer Formenfülle entwickelt. Wie diese Tiere für den Angarakontinent charakteristisch gewesen sein mögen, so andere Tiere für andere Kontinente. Nach der Gliederung der Kontinente können wir für die obere Trias drei Reiche erwarten. Das eine bildet den Südkontinent, die beiden anderen sind Eurasien und die Nordatlantis. Alle drei sind durch die in ihnen vorkommenden primitiven Säugetiere charakterisiert. In der Nordatlantis finden sich die Pantotherien, in Eurasien die Allotherien, im Südkontinente in Südamerika die Marsupialier, im Gondwanalande Allotherien wie in Eurasien. Im übrigen sind wir leider ziemlich wenig über die Tiere des Südkontinentes unterrichtet. Dagegen wissen wir, dass die beiden nördlichen Kontinente ziemlich wesentlich in ihrer höheren Fauna voneinander abwichen. Es lebten nämlich nach den fossilen Resten von Amnioten

in der **Nordatlantis:**		in **Eurasien:**
Pantotheria.	—	Allotheria.
Anchisauridae. }	—	Zanclodontidae.
Ornithichnites. }		
	Pseudosuchia.	
	Parasuchia.	
		Proterosauridae.
		Rhynchosauridae.
		—
		Dicynodontidae.
		Placodontia.
		—
		Amphichelydidae.
		Dermochelydidae.
		—
		Sauropterygia.
		Ichthyosauria.

Ausserdem haben sich vielleicht schon in der Trias die Pterosaurier in Eurasien von den Theropoden abgezweigt, da diese im Lias bereits ziemlich weit spezialisiert sind. Während unter den Amnioten nur die zwei Krokodilfamilien amphiatlantisch sind, was bei diesen litoralen Tieren wegen der grossen Annäherung der beiden nordischen Kontinente nicht verwunderlich ist, kommen die Labyrinthodonten sowohl in Nordamerika wie in Europa vor, allerdings in verschiedenen

Gattungen. Unter den Insekten sind besonders die Käfer im Keuper schon weit differentiiert, indem von ihnen fast alle grösseren Gruppen Reste hinterlassen haben. Auf die übrigen niederen Landtiere dagegen kann hier nicht näher eingegangen werden, das wesentliche ist bereits im systematischen Teile gesagt worden, nur darauf sei hingewiesen, dass jetzt die Mollusken anfangen eine grössere Rolle zu spielen und dass deren Verbreitung in der Hauptsache, wenigstens was die Familien zum Teil auch die Gattungen anlangt, durch die geographischen Verhältnisse des Mesozoikums bedingt wird. Unter den aquatischen Tieren ist abgesehen von der Wasseranpassung der Krokodile, Testudinaten, Sauropterygier und Ichthyosaurier ein wesentlicher Fortschritt in der Entwicklung der Fische zu verzeichnen. Der Stamm der Ganoiden gipfelt jetzt in den Amiaden, die im europäischen Mittelmeere von den Lepidostiern sich abzweigten. Parallel mit ihnen entwickelten sich die ersten Teleostier und zwar Physostomen aus den Familien der Hoplopleuriden und der Clupeiden in dem gleichen Gebiete. Diese Abzweigung muss schon vor dem Muschelkalk, also in dem isolierten Becken erfolgt sein, das durch seine räumliche Sonderung vom grossen Weltmeere der Weiterentwicklung besonderen Vorschub leistete. Im Keuper konnten dann die Teleostier sich weiter verbreiten und in der einmal eingeschlagenen Bahn weiter entwickeln. Dagegen verschwanden die Placodermen und Ctenodipterinen des Paläozoikums. Wie unter den marinen Vertebraten, so wurde auch unter den marinen Arthropoden in der Trias die höchste Gruppe entwickelt, denn die Anfänge der Brachyuren werden wir bereits in dieser Formation zu suchen haben, zumal sie im Dogger schon in zwei getrennten Familien vorkommen. Auch die Macruren treten in der Trias zuerst in grösserer Mannigfaltigkeit auf, insbesondere erscheinen hier die Astacomorphen. Alle diese triasischen Krebse stammen aber aus dem europäischen Mittelmeer, das demnach für die Entwicklung der Meerestierwelt damals eine grosse Rolle gespielt haben muss. Im gleichem Gebiete starben aber auch die Gigantostraken und Trilobiten aus, die sich bis ins Perm hinauf, wenn auch nur noch in wenigen Formen, behauptet hatten. Wenden wir uns nun zu den Mollusken, so sind auch bei diesen die isolierten Becken einer Weiterentwicklung förderlich gewesen. Unter den Dekapoden zweigten in den europäischen Gewässern die Chondrophoren von den Phragmophoren sich ab, und ebenda die Octopoden von den angustisellaten Ammonoideen. Fossil bekannt sind beide Gruppen allerdings erst im Lias. Weiterhin können wir von Lamellibranchiaten die Nayadiden bis zur Trias zurückverfolgen, die wichtigste Familie der Süsswassermollusken. Gehen wir endlich zum Kreise der Echinodermen über, so entwickeln sich in der Trias die Articulaten. Ebenso beginnt hier die Differentiation der Echinoideen, die allerdings erst im Lias häufiger werden, dort sind aber auch gleich 50% der Irregulären-Familien und 75% der Regularen vertreten. Unter den Anthozoen werden besonders die Asträ-

iden und Fungiden seit der Trias häufiger, während unter den Spongien die Pharetronen eine grosse Rolle spielen. Wir sehen, dass die Triasperiode in allen wichtigen Tierkreisen neue Formen auftreten lässt, während alte verschwinden. Soweit es sich um Meerestiere handelt, ist dies verursacht durch die Abschnürung grosser Binnenmeere, die bereits im Perm jedenfalls infolge der tetraedrischen Deformation und der an sie sich anschliessenden Gebirgsfaltung begonnen hatte. Bei den Landtieren dagegen ist die Ursache die in der oberen Trias eintretende Isolierung der Kontinente.

2. Der Jura.

§ 251. **Kontinente.** Im Lias[1]) schliesst sich die Meeresstrasse zwischen Lenadelta und Sachalin, dafür tritt weiter östlich eine Verbindung zwischen dem Arktischen und dem Pazifischen Ozeane ein. Sehr wesentlich ist der Landgewinn im Süden und Südosten Eurasiens. Die böhmische Insel wird an den Kontinent angeschlossen. Östlich des Rhodopemassivs wird der mittelmeerische Gürtel trocken gelegt und zwar bis an den Rand des Grossen Ozeans und infolgedessen verbindet sich hier Eurasien mit dem Südkontinente. Dieser hat im Gegenteile wesentliche Verkleinerungen erlitten. Von Süden her trennte die schon erwähnte Transgression Australien ab, eine zweite erstreckte sich vom alten Mittelmeere in der Indusgegend südwärts bis Madagaskar und bildete das äthiopische Mittelmeer, das während des unteren Jura durch die Hebung des mediterranen Gebietes vollkommen isoliert wurde. Auch sonst wurden die einzelnen Teile des Südkontinentes verkleinert. Ein Meerbusen griff zwischen Australien und Neuseeland nordwärts bis Queensland, und im Nordwesten verbreiterte sich die Verbindung zwischen dem nordatlantischen Meere und dem Pazifischen Ozeane. Im Westen aber wurde der grösste Teil des andinen Gebietes wieder überflutet. Dagegen wich das Meer in Nordafrika etwas zurück. Bei der Nordatlantis endlich zerfiel die lusitanische Halbinsel in die aremorische und die iberische Insel. Im Dogger schloss sich die Shetlandstrasse, und die nordischen Kontinente bildeten wieder eine einzige grosse Landmasse, doch nur auf kurze Zeit. Schon im Kelloway begann eine grossartige Transgression, die im Malm ihren Gipfel erreichte. Dabei wurde das Mittelmeer in der Hauptsache wieder hergestellt, indem die vorderasiatischen Gebiete wie Polen überflutet wurden. Das Meer drang auch in das Innere des Angarakontinentes ein, hier den Tarimbusen bildend. Dieser stand eine kurze Zeit mit den Gewässern in der Gegend des Kaspischen Meeres in Verbindung und erhielt von hier aus boreale Tierformen. Durch diese Transgression trat das Mittelmeer mit dem Indischen Ozean in Verbindung und isolierte die Südatlantis, dagegen

[1]) Siehe S. 326–329. 412–413. 422–423. 438–439. 449. 455. 505.

blieb Australien noch mit dem Angarakontinente verbunden. Auch das äthiopische Mittelmeer wurde nun wieder an den freien Ozean angeschlossen und griff in Ostafrika transgredierend über den Kontinent. Der Grosse Ozean drang in das Amurbecken ein, am beträchtlichsten aber waren die Übergriffe des Arktischen Ozeans. Zunächst wurde die Shetlandstrasse wieder hergestellt. Dann überfluteten die nordischen Gewässer das russische Gebiet, und das neugebildete Wolgabecken trat im Süden mit dem Mittelmeere in Verbindung. In das Gebiet des Angarakontinentes griffen der Tasbusen und der Lenabusen tief ein. Die grösste Transgression aber erstreckte sich über das nordwestliche Nordamerika und reichte bis zu 40° N südwärts, den Uintabusen bildend. Die Folge dieser grossen Transgressionen war die Zerlegung des Nordkontinentes in drei getrennte grosse Landmassen, und ausserdem wurde noch die Südatlantis isoliert (Karte 18).

§ 252. **Pflanzen.** In der Flora der Juraformation herrschen immer noch Gymnospermen und Gefässkryptogamen vor, zum mindesten in der Nordatlantis und den benachbarten Inseln. Dagegen mögen im Angarakontinente die Angiospermen sich weiter entwickelt haben und neben den Monokotyledonen traten nun jedenfalls auch die Dikotyledonen auf. Einen sehr wesentlichen Einfluss auf die Entwicklung der Pflanzenwelt müssen wir der Isolierung des Angarakontinentes im Malm zuschreiben. Während dieser Zeit und während der unteren Kreide muss hier die Entwicklung der Angiospermen vollendet worden sein, während dieser Zeit müssen sie hier das Übergewicht über die älteren Pflanzen erlangt haben. Wir können weiter annehmen, dass die Angiospermen ziemlich früh nach Australien gelangt sind, sowie vielleicht nach der Südatlantis, die ja während des Jura nur durch eine schmale Meeresstrasse von dem Angarakontinente getrennt war. Dagegen wurden die Nordatlantis und die europäischen Inseln von ihnen jetzt in der Hauptsache noch nicht erreicht. Niedere Pflanzen als die Gefässkryptogamen sind auch hier nicht fossil erhalten, doch kann man z. B. auf das Vorhandensein von Laubmoosen schliessen. Heer weist auf das Vorkommen der Gattung Byrrhidium im Lias hin, die nächstverwandt dem Käfer Byrrhus ist, der jetzt nur im Moose lebt[1]).

§ 253. **Tiere.** Mehr als irgend eine andere Formation ist der Jura die Zeit der Reptilien, die hier eine ausserordentliche Differentiierung erfahren, zum Teil infolge der geographischen Sonderung; standen doch die beiden für uns besonders in Betracht kommenden Gebiete Nordamerika und Europa nur im Dogger miteinander in Verbindung. Dass im englischen Dogger drei Prodidelphyier vorkommen, ist nicht verwunderlich, gehörte doch England während der ganzen Jurazeit zur Nordatlantis. Eher müssen wir das einzige Allotherium (Stereognathus)

---

[1]) Zittel-Schenk, Paläophytologie. S. 75.

als jungen Einwanderer ansehen, der kaum vor dem Dogger England erreicht haben kann. Im Malm sind dann die Allotherien bereits nach Nordamerika gelangt, während die Prodidelphyier in Europa vorderhand nur in England nachgewiesen sind, doch ist anzunehmen, dass sie auch im Dogger über die Landverbindung weiter östlich sich ausgebreitet haben. Neu entwickelt haben sich im Jura auf europäischem Boden die Vögel jedenfalls aus Theropoden, die Lacertilier aus Sphenodontiden. Die Lepidosaurier gelangten von hier im Dogger sowohl nach Nordamerika wie nach den Teilen des Südkontinentes. Nach Australien gelangten mit ihnen auch die Sphenodontiden und die Monotremen über die breite Landbrücke, die diesen Kontinent mit dem Angarakontinente verband. Sonst lassen sich Wanderungen besonders bei den Dinosauriern vermuten und zwar sowohl transatlantische wie von Europa nach Afrika und Indien. Auf die Einzelheiten ist bereits im systematischen Teile eingegangen worden. Eine scharfe faunistische Trennung der Kontinente kann im grössten Teile der Juraformation nicht bestanden haben, am wenigsten im Dogger, während dessen alle Kontinente zusammenhingen. Im Lias wahrte die Nordatlantis sich eine besondere Stellung, charakterisiert durch Pantotherien, Prodidelphyier, Stegosauriden, Cöluriden, Morosauriden. Dagegen waren auf die übrigen Kontinente beschränkt die Allotherien, Saururen, Pterosaurier, Ornithopoden, Ceratopsier, Scelidosaurier, Megalosauriden, Teleosauriden, Lacertilier, Rhynchocephalen, Schildkröten. Selbstverständlich waren diese nicht gleichmässig über alle Kontinente verbreitet. Im Dogger trat dann ein Ausgleich der Faunen ein, dem im Malm eine neue Differentiierung folgte, die etwa auf vier Reiche sich verteilte: die Nordatlantis, Europa, die Südatlantis und den Angarakontinent mit Australien. Das letzte Reich ist besonders durch die Monotremen charakterisiert, Europa durch die Pterosaurier, Scelidosaurier, Ceratopsier?; Compsognathiden; Cetiosauriden; Atoposauriden, Macrorhynchiden, Metriorhynchiden, Teleosauriden, die Nordatlantis durch die Nanosauriden; Hallopiden, Ceratosauriden; Diplodociden, Atlantosauriden. Die Amphibienfauna der Kontinente kann damals, abgesehen von dem einen Stegocephalen Rhinosaurus, nur aus Cäciliern und Molchen bestanden haben, von denen vermutlich damals schon die ersten den südlichen, die letzteren den nördlichen Zweig repräsentierten. Die Insekten waren schon ziemlich zahlreich geworden, selbst die Blüteninsekten, von denen Hymenopteren und Dipteren bereits aus dem Lias, die Lepidopteren wenigstens aus dem Malm fossil bekannt sind. Ihr nachgewiesenes Vorkommen in Europa lässt den Schluss zu, dass doch schon einige Angiospermen transozeanisch hierher gelangt seien. Unter den aquatischen Tieren spalteten die Teleostier sich vermutlich jetzt bereits in ihre Ordnungen, wenn auch nur die Physostomen bis jetzt aus dem Jura fossil bekannt sind, doch sind die anderen Ordnungen in der Kreide schon ziemlich differentiiert. Indessen spielen die Teleostier jetzt noch keine vorherrschende

Rolle, noch übertreffen sie die Ganoiden, besonders die Pycnodontiden, Amiaden und Lepidostier, von deren Gattungen bezw. 60%, 82% und 53% während der Jurazeit gelebt haben. Daneben spielten die Selachier dieselbe Rolle wie jetzt. Die Crustaceen zeichneten sich nicht durch besondere Formenfülle aus, dagegen waren die Cephalopoden charakteristisch für die jurassischen Meere. Die Gastropoden differentiierten sich wie auf dem Lande so auch im Wasser beträchtlich; eine grosse Anzahl von Familien ist aus dem Jura fossil bekannt. Die Echinoideen verzweigen sich während der Jurazeit in ihre einzelnen Familien, die Crinoideen treiben den Seitenzweig der Costaten. Reich entfaltet sind die Hexakorallen und die Hexactinelliden. Was die Gliederung der ozeanischen Becken anlangt, so bilden natürliche Gebiete der Arktische Ozean, der Pazifische Ozean, das Mittelmeer, die südlichen Meere. Neumayr hat versucht, Klimazonen in der Verteilung der jurassischen Meerestiere nachzuweisen, doch macht das Vorkommen gemässigter Formen in Chile, äquatorialer in Argentinien seine Gliederung zweifelhaft. Seine boreale Fauna beschränkt sich auf den Arktischen Ozean mit seinen Ausläufern einschliesslich des Wolgabeckens; erwähnt wurde bereits, dass einzelne Formen im Dogger auch ins Tarimbecken gelangt sein müssen. Bei den beiden anderen Faunen spielen vielleicht die Tiefenverhältnisse des Meeres eine Rolle, wenigstens in Europa findet die gemässigte Fauna sich innerhalb des Archipels, der den nordischen Landmassen vorgelagert ist. Jedenfalls können wir diese Frage noch nicht als endgültig gelöst ansehen.

3. Die Kreide.

§ **254. Kontinente.** Während der unteren Kreidezeit[1]) traten die im Malm getrennten Gebiete zum Teil weder in Verbindung. Die Nordatlantis vereinigte sich mit Skandinavien, sowie mit der aremorischen und der iberischen Insel. Auch nach Westen und Südwesten dehnte sie bis zur Beringstrasse und nach Mexiko sich aus. Dafür wurden kleine Teile der südlichen Union überspült. Südlich des östlichen Teiles bildeten grosse Inseln in Mitteldeutschland und im pontischen Gebiete sich aus. Der Angarakontinent erhielt abgerundetere Umrisse durch Trockenlegung des Tas- und des Lenabusens, sowie des Tarimbeckens. Im ganzen büsste er aber besonders dem Arktischen Meere gegenüber an Ausdehnung ein. Im Cenoman zerteilte eine grosse Transgression die Nordatlantis in drei Teile. Der mittlere, die Nearktis, dehnte sich nach Norden etwas aus, noch beträchtlicher der östliche, der mit dem ebenfalls nach Norden wachsenden Angarakontinente durch Trockenlegung des nordrussischen Beckens sich ebenso vereinigte wie der westliche Teil der unterkretazeischen Nordatlantis. Auch wurde

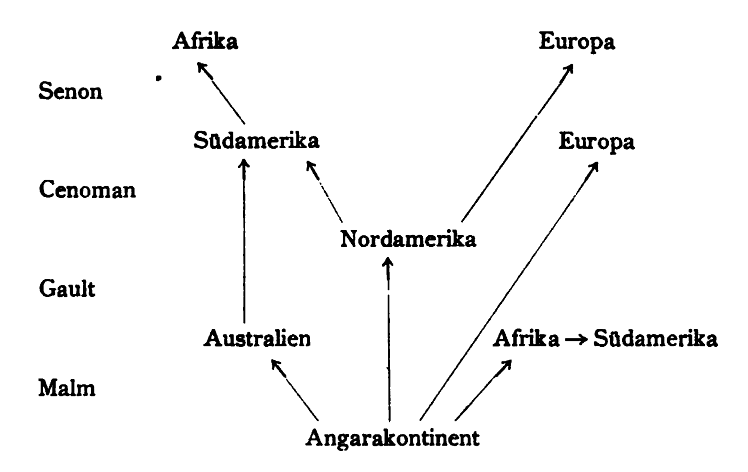
---

[1]) Siehe S. 65. 110. 136. 142. 193. 230. 293. 410—412. 421. 436. 448. 453. 504.

das Amurbecken jetzt Land, dafür überflutete das Meer das turkestanische und tibetanische Gebiet, ebenso wie die meisten europäischen Inseln. In der obersten Kreide wurde wenigstens zeitweise die Verbindung zwischen den getrennten Teilen der Nordatlantis wieder hergestellt. Die Südatlantis hatte im Gault etwa dieselben Umrisse wie im Jura, nur in Südwestafrika war sie etwas verkleinert, in Vorderasien etwas vergrössert. Die cenomane Transgression überflutete zunächst Arabien und die Sahara, nur eine grosse Insel übrig lassend. Dann trennte sie Afrika von Südamerika und griff tief in den letzteren Kontinent ein, im Amazonasgebiete ihn ganz durchschneidend. Dafür verband der nördliche Teil Guayana sich mit dem westlichen Bruchstücke der Nordatlantis, so dass nunmehr vom Angarakontinente eine lange schmale Halbinsel im Westen Amerikas entlang bis zur Amazonasmündung sich erstreckte. Im Süden aber dehnte Brasilien westwärts sich aus, indem das Kordillerengebiet Land wurde. Im Senon endlich verschmolzen im Westen Guayana und Brasilien wieder, ebenso verband letzteres sich wieder mit Afrika, das Amazonasbecken dagegen blieb Meer. Immerhin war das nordatlantische Meer wieder im Westen und Süden vollständig abgeschlossen. In welcher Weise nun die für die obere Kreide anzunehmende Landverbindung Hawaiis mit Mittelamerika anzunehmen ist, sowie die Grenze des ozeanischen Kontinentes im Osten zu ziehen, lässt sich jetzt noch nicht entscheiden. Um diesen hypothetischen Charakter zu zeigen, sind deshalb die Umrisslinien nur gestrichelt. Australien hatte in der unteren Kreide eine bedeutende Verkleinerung erfahren, wobei es gleichzeitig vom Angarakontinente sich trennte. In der oberen Kreide muss es dagegen ostwärts sich weit ausgedehnt haben, wobei die hier schon in mesozoischer Zeit beginnende Faltung eine wesentliche Rolle gespielt haben dürfte. Immerhin sind auch hier die Grenzlinien ganz hypothetisch. Es ist sogar wahrscheinlich, dass der ozeanische Kontinent eine viel breitere Landbrücke bildete und dass er nicht erst in der oberen Kreidezeit entstand. Jedenfalls hat hier schon früher ein von Australien getrenntes Landgebiet bestanden, das vielleicht von der karbonischen Faltung sich herschreibt, und das jetzt mit Brasilien einerseits, Australien andererseits in Verbindung trat. Leider wird es wohl dauernd unmöglich sein, in dieser Frage volle Sicherheit zu erlangen (Karte 19).

§ 255. **Pflanzen.** Während der unteren Kreidezeit hatten die Angiospermen im isolierten Angarakontinente günstige Bedingungen zur Weiterentwicklung. Über die schmale trennende Meeresstrasse konnten viele Pflanzen nach Nordamerika gelangen, wo deshalb auch in der Potomacflora die ältesten sicheren fossilen Angiospermenreste sich finden. Nach Europa konnten sie in der unteren Kreide schwerer gelangen, zumal die in mittleren Breiten vorherrschenden Winde und Strömungen nur eine Verbreitung von West nach Ost begünstigten. Dagegen kamen sie im Cenoman hierher in grosser Masse, als Europa mit

dem Angarakontinente verschmolz. Eine zweite Einwanderung fand im Turon und Senon statt, indem jetzt die amerikanischen Formen über die neuentstandene Nordatlantis in die europäischen Gebiete einwanderten. Es erklärt sich also auf diesem Wege sehr einfach das plötzliche massenhafte Auftreten höherer Pflanzen in den oberkretazeischen Schichten Europas, sowie die ausserordentlich rasche Verbreitung derselben bis zu den hohen Breiten von Spitzbergen und Grönland. Wir dürfen demnach annehmen, dass im Angarakontinente während der ganzen Kreidezeit die Angiospermen vorherrschten. Gleiches dürfte in Australien der Fall gewesen sein. Einen beträchtlichen Prozentsatz davon besass jedenfalls auch die Südatlantis. In der Nearktis wandern die Angiospermen in der unteren Kreide ein, gewinnen hier schon vor dem Cenoman das Übergewicht und gelangten von hier im Cenoman nach Südamerika und über dieses in den Senon nach Afrika. Europa endlich erhielt seine neue Flora erst im Cenoman bezw. Senon, so dass sich die Verbreitung der Hauptmasse der Angiospermen etwa folgendermassen zutrug:



§ **256. Tiere.** Unter den Landtieren der Kreideformation beginnen nun auch die Säugetiere eine grosse Rolle zu spielen, wenn wir auch leider nur wenig Reste von ihnen gefunden haben. Warum wir aber trotzdem für die obere Kreide das Vorhandensein aller Plazentalierordnungen annehmen müssen, ergibt sich aus dem systematischen Teile. Als Heimat derselben müssen wir den westlichen Teil der Nearktis ansehen. Auch hier müssen wir der cenomanen Isolation dieses Kontinentes eine wesentliche Rolle zuschreiben. Die neu erworbenen Merkmale der Prodidelphier hatten Zeit sich zu befestigen, so dass bei Mischung mit den anderen Tieren dieser Ordnung kein Rückschlag mehr eintreten konnte. Im Senon trat der Kontinent aus seiner räumlichen Isolierung heraus, und die in ihm neu entwickelten

das An
nische
Inseln
bindung
gestellt.
im Jura.
etwas
Arabien
trennte
tinent ei
der nör
Nordatla
Halbinsel
erstreckt
das Kor
im West
sich wied
Immerhin
vollständig
Kreide an.
zunehmen
zu ziehen,
tischen Cha
Australien
erfahren, w
der oberen
haben, wobei
eine wesentlic
die Grenzlinie
der ozeanische
er nicht erst
schon früher ei
vielleicht von d
mit Brasilien e
Leider wird
Sicherheit zu

§ 255.

Angiosperm
zur Weite
konnten
in der Po
sich finde
gelangen
Strömu

besonders die Schlangen, ko
wobei sie nach
auf demselben Wege
hatten, die im we
Angarakontinente heimisc
zur Marsupialier besass, gelang
Insektivoren, Rodentie
entwickelten sich in eigenartige
einwandernden anderen Tier
nach Norden und breiteten s
im Tertiär grösstenteils
dass die Plazentalier im
haben, so müssen wir d
im nordatlantischen Becken u
seiner binnenländischen Entwi
günstige Verhältnisse bieten n
den anderen Wirbeltieren die
wesentlichen Weiterentwi
der Vögel versetzen, die
sich erobern konnten, d
wie den im Westen Nordame
Reptilien haben wir die Schlan
erwähnt. Auch die Eidech
mögen Familien wie die Gec
nach Hawaii gelangt se
einige Krokodile und Dinosau
hatten neben den Ophidiern n
mariner Tiere, als der
ansehen dürfen, von wo s
andererseits in den Indisch
konnten. In den letzteren konnt
kommen. Auch die Amphibien
Weiterentwicklung teil, indem von den
während die ersteren sich in die
Salamandriden spalteten. Während
war dies bei den Molchen
Landtieren erreichten mit der Ent
die Insekten eine grossartige Ent
Variationen ausbildeten, die in
Es wäre ja ganz unmöglich,
beispielsweise der Käfer und der
durch den Kampf ums Dasein
selbe Erscheinung wie
Entwicklung in die
Lebensgebiet erobert

wird, oder wenn die neuen Lebensformen den alten beträchtlich überlegen sind. Das erste ist der Fall bei den Vögeln und den Insekten, die in der Luft fast keine Konkurrenten vorfanden und den Landtieren durch ihre grössere Bewegungsfreiheit überlegen sind. Das letzte war der Fall bei den Blütenpflanzen und ebenso auch bei den Plazentaliern, die ja ebenfalls ausserordentlich rasch und vielseitig sich differentiierten, sowie bei den australischen Marsupialiern. Wenden wir uns nun zu den aquatischen Tieren, so treten neue Ordnungen nun nicht mehr auf; es erfahren nur die alten eine Weiterentwicklung, die besonders bei den Teleostiern sehr in die Breite geht, da diese durch ihr festeres Skelett den Ganoiden beträchtlich überlegen waren und diese fast vollständig aus dem Meere verdrängten. Auch in den Kreidemeeren lassen sich bestimmte Entwicklungsgebiete unterscheiden, auf die im systematischen Teil schon eingegangen worden ist. Der Indische Ozean bildet dabei mit dem Grossen eine Provinz, da beide ja auch in breiter Verbindung miteinander standen. Eine zweite bildet der ziemlich isolierte Arktische Ozean, ein drittes grosses Gebiet das der drei Mittelmeere. Durch die wechselnden Verbindungen dieser Gebiete sind die verschiedenen Ausbreitungen der Einzelfaunen auf fremde Gebiete zu erklären.

D. Die Neuzeit der Erde.

I. Das Paläogen.

§ **257. Kontinente.** Im Eozän[1]) drang das Meer zwischen Grönland und Spitzbergen weiter südwärts als in der oberen Kreide und schied so die Nordatlantis in zwei Hauptgebiete, die wir als Nearktis und Paläarktis bezeichnet haben. Die Nearktis zeigte ungefähr dieselbe Ausdehnung wie im Senon, nur bei der Mackenziemündung reichte sie weiter nordwärts, dagegen stand sie mit Südamerika nicht mehr in Verbindung. Die Paläarktis wurde durch das Obische Meer vom Angarakontinente getrennt. Dieses war wie das Ostgrönland-Meer ein Ausläufer des Arktischen Ozeans, der im Süden durch die Höhen von Turgai eingeengt war, aber doch mit dem grossen Mittelmeere in Verbindung stand. Im europäischen und westasiatischen Teile desselben hatten sich zahlreiche Inseln erhoben, meist im Anschlusse an die beginnende Gebirgsfaltung, die nördlichen davon waren mit der Paläarktis verwachsen, dagegen die lusitanische Halbinsel wieder in einzelne Inseln aufgelöst worden. Unter diesen Inseln ist eine der grössten die pontische Insel, die seit dem Malm nur wenig verändert sich erhalten hat. Während des Oligozän erfolgt in Norddeutschland eine Transgression,

[1]) Siehe S. 65. 110. 136. 142. 193. 230. 293. 408. 409. 420. 421. 434—436. 454. 492—493. 495—499.

die die Mittelgebirge von dem Kontinente abtrennte und durch den Graben der oberrheinischen Tiefebene sie durchschneidend eine neue Verbindung mit dem Mittelmeere herstellte. Ebenso ist jedenfalls das französische Zentralplateau durch diese oligozäne Transgression zur Insel geworden. Eine Transgression von noch grösseren Dimensionen beschränkte die Verbindung zwischen der Nearktis und der Paläarktis auf die schmale isländische Landbrücke. Der Angarakontinent ist im Westen etwas verkleinert, dagegen schliesst an ihn nach Koken das hinterindische Gebiet sich an. Doch scheint dies längere Zeit durch ein zentrales, das Hanhai bedeckendes Meer abgetrennt gewesen zu sein, das vielleicht bis an den Anfang des Miozän bestand[1]). Ob die von Koken angenommenen Inseln alle im Eozän bestanden, erscheint zweifelhaft, Celebes war wahrscheinlich sogar im Oligozän noch nicht vorhanden. Die Südatlantis ist in der Auflösung begriffen. Das Amazonasbecken verkleinert sich allerdings während der ganzen Tertiärzeit, dafür tritt es aber im Eozän zeitweise mit dem Paranabusen in Verbindung. Die oligozäne Transgression hebt die Verbindung zwischen Südamerika und Afrika auf, die zwischen Afrika und Indien ist dagegen schon im Eozän verschwunden. Die indomadagassische Halbinsel der Jura- und Kreidezeit hat in eine Reihe grosser Inseln sich aufgelöst. Dagegen hat der afrikanische Kontinent nach Arabien hin etwas an Ausdehnung gewonnen. Ebenso schreitet der Zerfall der transpazifischen Brücke rasch vorwärts. Im Eozän muss sie im Westen bereits auf einen schmalen Landstreifen beschränkt sein, während sie im Oligozän gänzlich untertaucht. Dagegen ist Australien selbst wieder ausgedehnter geworden, und von dem alten Ozeanien sind noch beträchtliche Restinseln übrig. Wir sehen hieraus, dass für das Paläogen charakteristisch ist die Zerstörung der transozeanischen Verbindungen, die wir jedenfalls mit der jetzt einsetzenden grossartigen Gebirgsfaltung bezw. mit der diese bedingenden tetraedrischen Deformation begründen müssen. Während dieser Periode beginnt eine Zeit des scharfen Hervortretens der tetraedrischen Züge. Die Gliederung in Reiche ist ziemlich einfach. Im Norden bilden der Angarakontinent, die Nearktis und die Paläarktis eine zusammenhängende Landmasse, die wir früher als Känogäa bezeichneten. Ihr steht durch den mittelmeerischen Gürtel abgetrennt, die Paläogäa gegenüber, die aber bereits im Oligozän sich in die drei Regionen Australien, Südamerika und Afrika mit Madagaskar aufgelöst hatte. Im Norden bildete jedenfalls die Paläarktis mit den vorgelagerten mittelmeerischen Inseln eine besondere Region, während die Nearktis und der Angarakontinent eine grosse Übereinstimmung in Fauna und Flora gezeigt haben dürften. Wir geben nun noch eine Zusammenstellung der mutmasslichen Inseln des mittelmeerischen Gebietes in Europa und Westasien, da auf Karte 20 der beschränkte Platz die Einzeichnung der

1) Siehe S. 297. 421.

vollständigen Namen nicht gestattet. Nach Koken lagen hier im Oligozän folgende Inseln, denen wir möglichst bezeichnende Namen zu geben suchen:

1. Pyrenäen-Insel.
2. Beira-Insel.
3. Toledo-Insel.
4. Sierra-Nevada-Insel.
5. Auvergne-Insel.
6. Wasgenwald-Insel.
7. Süddeutsche Insel.
8. Westalpen-Insel.
9. Tiroler-Insel.
10. Tauern-Insel.
11. Tatra-Insel.
12. Karpaten-Insel.
13. Transilvanische Insel.
14. Balkan-Insel.
15. Krim-Insel.
16. Pontische Insel.
17. Kaukasus-Insel.
18. Armenische Insel.
19. Balchan-Insel.
20. Ligurische Insel.
21. Sardocorsische Insel = Tyrrhenis.
22. Sizilien.
23. Kalabrien.
24. Mazedonische Insel.
25. Taygetos-Insel.
26. Kurische Insel.
27. Taurus-Insel.
28. Kurdische Insel.
29. Georgische Insel.
30. Elburs-Insel.
31. Puschti-Kuh-Insel.
32. Kuh-i-Haser-Insel.
33. Hissar-Insel.
34. Kaschmir-Insel.
35. Garhwal-Insel.
35. Nepal-Insel.
37. Gimutschen Insel.
38. Khasia-Insel.

§ 258. **Pflanzen.** Die Pflanzenwelt des Paläogen weicht in ihrer Gesamtheit nicht mehr wesentlich von der jetzigen ab, die Angiospermen sind bei weitem das vorherrschende Element und zwar sympetale und choripetale Dikotyledonen, neben denen aber auch die älteren Monokotyledonen besonders durch die Ordnungen der Gramineen und Palmen eine grosse Rolle spielen. Im einzelnen weicht dagegen die damalige Pflanzenverteilung wesentlich von der jetzigen ab. Es herrschte eine allgemeine Flora mit geringen lokalen Differentierungen vor, besonders besass Australien viele jetzt nur nordische Formen, während in der nordischen Flora australische Elemente sich fanden, freilich stützt sich diese Annahme nur auf Blattreste, die leicht einer falschen Deutung unterliegen. Immerhin beweisen auch die sicher bestimmbaren Reste eine Florenmischung und Florenverschiebung, die durch klimatische Verhältnisse bedingt scheinen, da viele südliche Formen damals in den Nordkontinenten sich finden, wie z. B. die Cykadeen, die Palmen und die Dracänen. Aber auch in ostwestlicher Richtung waren manche Pflanzen damals weit verbreitet, so z. B. Gingko und Cryptomeria, die jetzt für Ostasien charakteristisch sind. Letztere Conifere ist aber nur im Eozän so weit verbreitet und im Oligozän bereits aus Europa verschwunden. Andere ähnliche Coniferengattungen sind Sequoia, Glyptostrobus, Libocedrus. Ebenso zählt Schenk eine Reihe von Angiospermenarten auf, die das gleiche Verhältnis zeigten. Wir können daher annehmen, dass die jetzigen Lokalfloren gewissermassen durch eine Auslese aus der alten allgemeineren hervorgegangen sind, wozu dann

natürlich auch eine Verschiebung der Pflanzen in äquatorialer Richtung kam. Die allgemeine Flora dürfen wir uns freilich auch nicht als völlig gleichartig über die Erde verbreitet vorstellen, vielmehr sind auch in ihr schon Florenunterschiede vorhanden. So fehlen z. B. die Palmen in Grönland, und auch abgesehen von klimatischen Bedingungen wird die Paläogäa wie in ihrer Fauna so auch in ihrer Flora von der Känogäa sich unterschieden haben.

§ 259. Tiere. Über die Verteilung der Tierwelt während der känozoischen Periode haben wir im systematischen Teile sehr ausführlich gesprochen und sogar die für die Känogäa bezw. Paläogäa während des Paläogens charakteristischen Formen zu bestimmen gesucht (S. 144 bis 161). Wir können uns deshalb hier kurz fassen. Während der Eozänzeit können wir zwei Hauptentwicklungszentren annehmen, die Nearktis für die känogäische, die Südatlantis für die paläogäische Tierwelt. Von beiden Gebieten breiteten die Tierformen nach Osten und Westen sich aus. Da die Verbindungen im Süden und auch zwischen der Nearktis und der Paläarktis nur schmal waren, so mussten in den eben erreichten Gebieten die Tiere sich in besonderer Richtung weiter entwickeln. So entstanden z. B. in der Paläarktis im Eozän von den Carnivoren die Arctocyoniden, von den Insektivoren die Adapisoriciden, von den Rodentieren die Pseudosciuriden, von den Ungulaten die Anoplotheriiden und Pleuraspidotheriiden. In Australien differentiierten sich die Marsupialier, in Afrika und Madagaskar entwickelten sich Lemuren, Insektivoren, Hystricomorphen, Rodungulaten und Nomarthren, sodass wir in der Känogäa mindestens zwei, in der Paläogäa drei Regionen zu unterscheiden haben. Der Angarakontinent schloss sich jedenfalls in der Hauptsache an die Nearktis an, wenn ihm auch nicht eigentümliche Formen gefehlt haben mögen, doch lassen deren Wirkungen sich kaum mehr feststellen. Der wichtigste Faunenaustausch des Paläogen fand jedenfalls transatlantisch statt und zwar sowohl im Norden als auch im Süden und zwar war er vorwiegend ostwärts gerichtet, wenigstens bei den Tieren, die erst jüngst sich entfaltet hatten, wie die Plazentalier, die Vögel, die Schlangen usw. Dazu kam dann der früheozäne Ausgleich zwischen Südamerika und Australien. Im Oligozän war nur noch die nordatlantische Landbrücke übrig, dafür muss während dieser Zeit vorübergehend eine Verbindung zwischen der Paläarktis oder wenigstens einigen Inseln derselben mit Afrika bestanden haben. Ihrer Lage nach dürfte diese durch Sizilien, Kalabrien, die mazedonische, Balkan-, transsilvanische und pontische Insel bezeichnet sein. Auf dieser Brücke gelangten unter anderen nach Süden die Cryptoproctiden, Viverriden, nordische Insektivoren und Rodentier, Chiropteren, verschiedene Sperlings- und Eisvögel, die Strigiden, die Hühnervögel, die Gruiden und Accipitriden, ferner die Agamiden und Emydiden, die Perciden, viele Insektenfamilien, unter anderen die Lycäniden und Ägerciden. Nordwärts dagegen gelangten die Hystriciden, Elephantiden, Dinotheriiden, Oryc-

teropodiden, viele Vogelfamilien wie die Hirundiniden, Kuckucksvögel, Papageien, Taubenvögel, Turniciden, Otididen, Vulturiden, Serpentariiden, Buteoniden, Gypaëtiden, Aquiliden, Ciconiiden, Struthioniden, ferner die Colubriden, Elapiden, Geckotiden und andere Lepidosaurier, sowie Libytheiden, Nemeobiiden, Trogiden, Hyposoriden und andere Insekten. Der Austausch war besonders lebhaft bei den Lufttieren, da diese ja schon ohne feste Landverbindung über die Inseln passieren konnten, dagegen nur mässig bei den Säugetieren und Reptilien. Die nach dem Norden sich ausbreitenden Tiere haben aber nicht alle die Paläarktis selber erreicht, verschiedene blieben im südlichen Gebiete auf den Inseln und dem später hier sich bildenden Lande wie z. B. die Hystriciden und Orycteropodiden, ja möglicherweise sind alle Landtiere erst nach dem Oligozän über die pontische Insel hinausgekommen. Durch diese Wanderungen fand zum ersten Male ein kleiner Ausgleich zwischen der känogäischen und der paläogäischen Lebewelt statt und damit eine grössere Differentiation der Regionen, indem von diesem Ausgleich nur Afrika und die Paläarktis betroffen wurden, während die anderen Kontinente ihre eozäne Fauna rein weiter entwickelten. Für die Insekten war das Paläogen jedenfalls auch von grosser Bedeutung. Die immer weiter fortschreitende Differentiation der Pflanzen hatte auch bei ihnen eine immer grössere Formenmannigfaltigkeit zur Folge, indem immer mehr wechselseitige Anpassungen möglich wurden. Während so während des Paläogen die Plazentalier, Marsupialier, Vögel, Schlangen, Eidechsen, Frösche und Blüteninsekten sich ausserordentlich entwickelten, gingen andere Gruppen zurück, einzelne verschwanden ganz, so unter den kontinentalen Tieren die Pterosaurier und Dinosaurier, unter den aquatischen Tieren die Pythonomorphen, Ichthyosaurier, Sauropterygier, die Belemniten und Ammonoideen. Bei den Landtieren war es das Übergewicht der von der Temperatur unabhängigen, mit Wärmeschutz ausgestatteten warmblütigen Tiere, das die schwerfälligeren Reptilien so rasch zurückdrängte, wenn auch vielleicht gerade die beiden aussterbenden Ordnungen selbst schon eine geringere Wärmeregulierung besassen. Die riesenmässige Entwicklung, die wir in beiden Ordnungen eintreten sehen, können wir gewissermassen als einen mit der Verbesserung des Wärmeschutzes bei Säugetieren und Vögeln konkurrierenden Vorgang ansehen, da bei wachsendem Volumen die Oberfläche relativ geringer wird, so kommen zum Beispiel bei einem Würfel von 1 cm Seitenlänge 6 cm² auf 1 cm³, bei 2 cm Seitenlänge nur 3, bei 3 cm nur 2, bei 4 cm nur 1,5, bei 6 cm nur 1 cm². Durch die kleinere Oberfläche fand aber natürlicherweise auch eine geringere Wärmeausstrahlung statt. Doch wurde diese Wärmekonzentration auf Kosten der Beweglichkeit erzielt, die schliesslich den kleinen Säugern und Vögeln den Sieg brachte. Erst als diese das Feld von den alten mächtigen Konkurrenten ganz frei fanden, trat auch bei ihnen eine beträchtliche Grössenentwicklung ein, die ihr Maximum in den aquatischen Cetaceen fand. Die aussterbenden

Meerestiere können wir uns dagegen nur durch die Selachier verdrängt denken, diese dem Räuberleben im Meere am vollkommensten angepassten Fische, die infolgedessen seit ihrem ersten Auftreten fast ununterbrochen die Herrschaft im Meere behaupteten, nur zeitweise durch die Ichthyosaurier etwas zurückgedrängt. Gerade im Tertiär erreichten übrigens die Carcharodonten ihre gewaltigste Grössenentwicklung in dem vielleicht 30 m langen Carcharodon megalodon. Dass dieses Verschwinden der mesozoischen Formen wirklich gewissermassen mit einem Schlage erfolgt sein sollte, ist nicht anzunehmen. Dinosaurier und Pterosaurier haben sich vielleicht in den Südkontinenten bis ins Eozän hinein behauptet, besonders die ersteren, ebenso kämen für die marinen Tiere die südlichen Meere in Betracht, ja man hat sogar die noch gegenwärtige Existenz letzter Vertreter dieser Ordnungen für möglich gehalten. Allerdings käme jetzt wohl nur die Tiefsee als Lebensgebiet noch in Betracht, und wenigstens die Cephalopoden könnten hier tatsächlich bisher der Entdeckung durch den Menschen sich entzogen haben, bei den Reptilien erscheint dies dagegen weniger wahrscheinlich, sind sie doch als lungenatmende Tiere gezwungen, die obersten Schichten des Meeres wenigstens zeitweise aufzusuchen, hier sind aber entsprechende Tiere noch nicht gesehen worden, wenn wir von der noch recht mythischen Seeschlange absehen wollen, die allenfalls als Repräsentant der Pythonomorphen aufgefasst werden könnte.

2. Das Neogen.

§ 260. **Kontinente.** Mit dem Miozän[1]) beginnt im Norden eine neue Gruppierung der Kontinente. Das obische Meer wird in seiner ganzen Ausdehnung Land, so dass die Paläarktis und der Angarakontinent zu einem Kontinente verschmelzen. Dieser gewinnt auch nach Süden zu an Ausdehnung, indem der grösste Teil der mittelmeerischen Inseln mit dem Festlande sich verbindet. Doch bleiben immer noch grosse Wasserbecken zurück. Von Norden her ist das Ostgrönlandmeer in die Nordsee eingedrungen und hat ganz Nordwestdeutschland und Ostengland überflutet; andererseits bleibt im Süden das grosse pontische oder sarmatische Mittelmeer zurück, dessen Geschichte wir im systematischen Teile ziemlich eingehend verfolgt haben. Die genannten Meeresteile erleiden im Pliozän eine Einschränkung, besonders wird das sarmatische Meer auf einen grossen Binnensee eingeschränkt, der mit dem kaspischen Reste des Eurasien früher teilenden Meeresarmes sich zusammenschliesst. Die Südgrenze dieses neogenen Kontinentes Eurasien wird gebildet durch die Guadalquivirstrasse, das Mittelmeer mit seiner syrisch-persischen Verlängerung, die im Miozän bis zum Indischen Ozean geführt haben

---

[1]) Siehe S. 65. 110. 136. 142. 193. 230. 293. 405—408. 420. 430—434. 445. 453. 492. 493. 495—499.

dürfte, im Pliozän aber trocken lag. Östlich davon bildete Dekhan eine grosse Halbinsel des Kontinentes, durch den Gangesbusen grösstenteils isoliert. Im Südosten sind grosse Inseln dem Kontinente vorgelagert, die im Pliozän zum grossen Teile mit ihm verwachsen, zum Teil aber sich bereits wieder von neuem loslösen wie Celebes und die Philippinen, sowie die kleinen Sundainseln. In Ostasien endlich erfährt das Land im Pliozän einen kleinen Rückgang, indem das Meer hinter die nördlichen Randgebirgsbogen eindringt und das Japanische Meer, das Ochotskische Meer und das Tiefenbecken des Beringmeeres bildet. In welcher Reihenfolge dabei die Inseln sich ablösten, haben wir im systematischen Teile mit Hilfe biographischer Erwägungen zu ermitteln gesucht. Im Norden blieben aber der Angarakontinent und die Nearktis wie im Paläogen verbunden. Dagegen löste sich die Verbindung zwischen Nearktis und Paläarktis und zwar nicht, wie man erwarten sollte, zwischen Grönland und Grossbritannien, sondern nach der Verteilung der Mollusken westlich von Grönland, so dass dieses also eine grosse Halbinsel von Eurasien war, die mit dem Hauptlande durch die immer noch bestehende isländische Landbrücke zusammenhing. Die Verbindung des Atlantischen mit dem Arktischen Ozeane erfolgte also durch die Davisstrasse und die sich nördlich daran anschliessenden Meeresengen, möglicherweise auch in nordwestlicher Richtung. Infolgedessen konnte auch damals noch nicht der Golfstrom Nordeuropa treffen. Von der Nearktis war ein Teil des Mississippigebietes noch Meer. Nach Süden zu reichte sie nur bis Techuantepec, die mittelamerikanischen Inseln dagegen treten zeitweise mit Südamerika bezw. den Antillen in Verbindung. Erst im Pliozän und zwar ganz im Anfange dieser Periode schloss die mittelamerikanische Landbrücke sich zusammen. Afrika hatte gegenüber dem Oligozän im Nordwesten beträchtlich an Ausdehnung gewonnen. Im Pliozän wurde auch die Libysche Wüste zum letzten Male trocken gelegt, und der Kontinent trat in breite Verbindung mit Eurasien, indem das Verbindungsland von Kypern bis Sokotra sich erstreckte. Australien hatte sich nicht wesentlich verändert, nur lösten die Inseln sich immer weiter vom Kontinente ab und die Ausdehnung desselben ward immer geringer. Im übrigen sei betreffs der neogenen Geschichte besonders auf die Paragraphen verwiesen, die die Unterregionen behandeln (§ 34, 47, 60, 76, 89, 103–105), sowie auf die entsprechenden geologischen Abschnitte (§ 138, 145, 150, 151, 157, 162). Es würde zu weit führen, hier das dort Gesagte noch einmal kurz zu wiederholen (Karte 21).

§ **261. Gebirge.** Die Gebirgsbildung[1]) des jüngsten Erdzyklus beschränkt sich ja nicht auf das Neogen, einzelne Faltungen fanden sich sogar schon im Jura und in der Trias, aber die Hauptfaltung fällt doch in die mit dem Miozän beginnende Periode und aus diesem Grunde sei

[1]) Siehe S. 495–499.

sie an dieser Stelle zusammenfassend behandelt: Der sinkende Grund des Pazifischen Ozeans drängte ostwärts voreilend gegen die westwärts zurückbleibenden, aufsteigenden amerikanischen Kontinente an. Infolgedessen wurden hier die sich bildenden Falten gegen die Festlandsmassen angeschoben, in jeden freien Raum in grossen Stauungsbogen sich hineinwölbend, die wir als Antillen- und Südgeorgienbogen bezeichnen können. Bei der Bildung des ersten wirkte dann noch der Druck des Karibischen Senkungsfeldes aufstauend, der hier drei Parallelketten entstehen liess und lebhafte vulkanische Tätigkeit erweckte. Ziemlich einfach ist der Faltenverlauf in Südamerika, in Nordamerika wird er komplizierter durch die Einschaltung des alten Coloradoblocks. Auf der Westseite des Ozeans entstand durch das Auseinanderweichen von Ozeangrund und Festland eine Spannung, so dass von aufsteigendem Lande die Falten nach dem Meere hin sich schoben. Folgende Bogen, von Richthofen Zerrungsbogen benannt, bezeichnen hier den Rand des Ozeans:

1. Der Alaska-Aleuten-Bogen.
2. Der Kamtschatka-Kurilen-Bogen.
3. Der Japanische Bogen.
4. Der Riukiu-Bogen.
5. Der Formosa-Luzon-Palawan-Bogen.
6. Der Philippinen-Bogen.
7. Der Melanesische Bogen (in vielen Parallelketten).
8. Der Tonga-Neuseeland-Bogen.
9. Der Rakiura-Bogen.
10. Der Victorialand-Bogen.

Vor diesen Zerrungsbogen liegen noch weitere, die dem jüngsten Faltungsprozesse ihre Entstehung verdanken dürften, nämlich:

11. Der Marianen-Bogen.
12. Der Karolinen-Bogen.
13. Der Marshall-Bogen.

Endlich schliessen sich an diese die geradlinig verlaufenden polynesischen Ketten an. Es ist nun aber nicht anzunehmen, dass die Bogen sich im ganzen gebildet haben. Sie sind enstanden durch Zusammenwirkung zweier in verschiedener Richtung wirksamer Kräfte, und infolgedessen können ihre einzelnen Äste zu verschiedener Zeit sich gebildet haben. Hinter dem Zerrungsbogen bildeten sich an den meisten Stellen Einsturzbecken. Es sind das:

1. Das Bering-Meer	5369 m	tief.
2. Das Ochotskische Meer	3370 m	"
3. Das Japanische Meer	3731 m	"
4. Das Südchinesische Meer	5248 m	"
5. Die Sulu- und die Celebes-See	4663 bez. 5112 m	"
6. Das Korallen-Meer	4663 m	"
7. Das Fidschi-Becken	4407 m	"

8. Die Tasman-See . . . . 5943 m tief.
11. Das Becken westlich der Marianen . . . . . . 6200 m „
12. Das Becken südlich der Karolinen . . . . . . 4846 m „

Es fehlen diese Einsturzbecken also nur bei drei Bogen. Diese Becken haben natürlich bei ihrem Absinken ebenfalls einen ostwärts gerichteten Druck ausüben müssen, der die Auffaltung der Bogen beförderte und die Intensität ihrer vulkanischen Eruptionen steigerte. Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass wir für die früheren Faltungsperioden für Ostasien jedenfalls eine ähnliche Gliederung wie in der Jetztzeit annehmen müssen. Von dem während der tertiären Deformation aufsteigenden Asien flossen die Falten auch nach Süden dem sinkenden Indischen Ozeane zu. Die hier auftretenden Bogen sind von Westen nach Osten:

1. Der Dinarisch-taurische Bogen.
2. Der Iran-Bogen.
3. Der Himalaya-Bogen.
4. Der Birmanisch-sundanesische Bogen.

Hinter diesen liegen dann noch als hauptsächliche Bogen bezw. Züge:

5. Der Nordiranische Bogen.
6. Der Kaukasus-Balchan-Bogen.
7. Der Kuenlun-Tsinling-Zug.
8. Der Tienschan-Bogen.
9. Die Siamesisch-annamesischen Bogen.

Wenn nun auch hier überall die Faltung nach dem Meere zu gerichtet ist, so können wir doch diese Bogen nicht als eigentliche Zerrungsbogen auffassen, da hier der Meeresgrund nicht von dem Lande zurückgewichen ist, infolgedessen fehlen hier auch vollständig die Einsturzbecken im Rücklande der Bogen. Alle anderen hier noch nicht erwähnten Faltungsgebirge müssen wir als durch das Einsinken von Schollen im mittelmeerischen Gürtel verursacht ansehen, das ja auch schon an der Bildung der Philippinen und des melanesischen Bogens, sowie des Antillenbogens mitgewirkt hatte. Solche Senkungsfelder sind:

1. Das Iberisch-tyrrhenische.
2. Das Adriatische.
3. Das Ungarische.
4. Das Pontische.

Die dazu gehörigen Gebirge sind:

1. Sierra Nevada — Atlas — Apenninen — Pyrenäen = Tyrrhenischer Bogen.
2. Alpen.
3. Karpathen.
4. Balkan — Krim — Westkaukasus = Pontischer Bogen.

Im ostindischen Archipel haben die Becken der Sunda- und der Bandasee zur Verlängerung und Umbiegung des birmanischen Bogens geführt. Es bleibt nun endlich noch das hypothetische Verbindungsgebirge zwischen Atlas und Kordilleren übrig, das vermutlich dieselbe Entstehungsweise hat wie die amerikanischen Gebirge, d. h. es ist durch den Druck der sinkenden Ozeanscholle gegen den Kontinent gedrückt worden, es müsste dann sich gebildet haben, ehe der südatlantische Ozean entstand, also wahrscheinlich schon in mesozoischer Zeit. Wir können demnach vier Haupttypen der jungen Faltengebirge unterscheiden

1. Zerrungsbogen[1]) von ostasiatischem Typus,
2. Abflussbogen von südasiatischem Typus,
3. Stauungsbogen[1]) von amerikanischem Typus,
4. Stauungsbogen[1]) von mittelmeerischem Typus.

Die Typen 1 und 3 finden sich fast nur am Grossen Ozean, der Typus 2 am Indischen Ozean und östlichen Mittelmeer, der Typus 4 vorwiegend in Europa (vgl. Karte 11).

§ 262. **Klima.** Während der Tertiärzeit scheint auf der Erde eine allgemeine Temperaturherabsetzung stattgefunden zu haben, wenigstens schliesst man auf eine solche aus dem Verhalten der Pflanzenwelt. So verschwinden z. B. in Europa nach und nach immer mehr tropische und subtropische Gewächse. Es verschwinden mit dem Oligozän die Palmen nördlich der Alpen und finden sich im Neogen nur noch im Mittelmeergebiete. Im Miozän finden sich in Europa noch Cykadeen, die an jetzt afrikanische Formen sich anschliessen, im Pliozän sind auch diese verschwunden. Ähnliche Beispiele liessen sich noch mehrere bringen. Immerhin dürfen wir nicht vergessen, dass Rückschlüsse von der Pflanzenwelt auf das Klima sehr trügerisch sind, wie wir schon früher erwähnt haben. Trotzdem dürfen wir für die Tertiärzeit eine Abnahme der Temperatur annehmen, da dafür auch andere Gründe sprechen. Da die Tertiärzeit eine Zeit der Gebirgsfaltung war, so wurde in ihr die mittlere Höhe des Landes vergrössert. Infolge davon muss aber die mittlere Temperatur der Kontinente sinken. Allerdings ist der Unterschied nicht allzu bedeutend, beträgt doch jetzt ihre mittlere Höhe nur ca. 600 m, so dass die Temperatur nur etwa um 3° niedriger ist, als wenn alles Land in Meereshöhe sich befände. Infolgedessen kann diese Temperaturänderung allein die Pflanzenverschiebungen nicht erklären, wenn wir annehmen, dass die Palmen, Cykadeen usw. früher nur bei denselben Temperaturen gediehen wie jetzt. Dies ist aber bisher noch nicht bewiesen und wird sich auch kaum beweisen lassen. Die Pflanzen können recht gut früher auch bei niederen Temperaturen gediehen sein und sind aus ihren alten Wohnsitzen nur deshalb ver-

---

[1]) Vgl. v. Richthofen, Über Gebirgskettungen in Ostasien, mit Ausschluss von Japan. — Gebirgskettungen in japanischen Bergen. Sitzungsb. d. k. preuss. Ak. d. W. Berlin-phys. math. Kl. 1903. Heft 40.

drängt worden, weil andere Pflanzen dem dortigen Klima noch besser angepasst waren. Unter diesem Gesichtspunkte betrachtet sind auch die Pflanzenreste in Grönland, Spitzbergen und Grinnell-Land viel weniger auffällig, gehen doch auch jetzt selbst die Bäume teilweise über den Polarkreis hinaus, wie im Nordwesten von Nordamerika, in Europa besonders in Skandinavien und auf Kola, sowie im grössten Teil von Sibirien. Larix kommt hier fast bis zu 74° N vor. Das zeitweilige Verschwinden der Sonne lässt also doch noch Baumwuchs zu. Neben Larix sind für die Länder nördlich vom Polarkreis besonders Betula, Picea, Pinus zu erwähnen. Andererseits hindern den Baumwuchs aber auch nicht niedrige Jahrestemperaturen, so überschreitet in Ostsibirien Larix die Isotherme —15°. Es genügt für den Pflanzenwuchs, dass die mittlere Temperatur der Sommermonate bis zu 10—15° ansteigt, sie überstehen dann sogar Wintertemperaturen von —48°. Es bedarf also zur Ermöglichung eines reichlicheren Pflanzenwuchses hauptsächlich einer genügend hohen Sommertemperatur. Diese sinkt nun jetzt nirgends auf der Nordhalbkugel unter 0°, ausgenommen das Inlandeisgebiet von Grönland, und beträgt an der Südspitze von Spitzbergen und an der Küste Grönlands 5°. Es bedarf also hier höchstens einer Temperaturerhöhung von 5°, während Heer z. B. für die Schweiz eine um mehr als 7° die jetzige überragende Temperatur während der Miozänzeit angenommen hat. Eine Erhöhung um 7,5° würde jedenfalls auch in Grinnell-Land eine Sommertemperatur schaffen, die hinreichte, Baumwuchs zu gestatten. Dazu kommt aber noch, dass in jener Zeit, wie wir früher zeigten, der Golfstrom den amerikanischen Ländern mehr Wärme gespendet haben muss als jetzt, indem ein Hauptarm von ihm in die Davisstrasse floss. Was nun eine allgemeine Temperaturerhöhung von etwa 7° anlangt, so können wir eine solche aus irdischen Ursachen kaum erklären und auch unter den kosmischen Ursachen erscheint keine allein ausreichend. Zum mindesten müssten verschiedene Ursachen zusammengewirkt haben, um eine derartig hohe Temperatur zu erzeugen. Aus diesem Grunde ist es vielleicht zweckmässiger, die hohen Temperaturen überhaupt anzuzweifeln und anzunehmen, dass es damals nicht wesentlich wärmer war als jetzt, dass aber die Pflanzen ebenso wie die Tiere nach dem klimatischen Gesetze immer mehr äquatorwärts gedrängt wurden, so dass sie jetzt innerhalb höherer Isothermen scheinen leben zu müssen als früher.

§ 263. **Tiere.** Die Tierwelt brachte zwar im Neogen höchstens noch neue Familien hervor, erlitt aber dafür sehr grosse geographische Verschiebungen. Im Oligozän waren die Tierregionen bezw. Abteilungen der Erde: Europa, Asien, Nordamerika; Südamerika, Afrika, Indien, Australien. Zwischen den beiden ersten Abteilungen war nur ein beschränkter Verkehr möglich. Im Miozän trat durch die Trockenlegung des obischen Meeres und die Senkung der Davisstrasse, sowie durch die Verbindung Vorderindiens mit dem Angarakontinente eine Um-

gestaltung der Regionen ein. Sie waren jetzt: Eurasien, Nordamerika; Südamerika, Afrika, Australien. Es fand ein ziemlich reger Tieraustausch über Alaska hinweg statt, noch mehr aber in Vorderindien. Während Hinterindien schon im Paläogen känogäische Formen besass, erreichten diese Vorderindien erst seit dem Miozän und zwar grösstenteils aus dem Mittelmeergebiete über Kleinasien und Nordiran, zum Teil aber auch aus Nordamerika. Von Hinterindien breiteten die känogäischen Tiere sich auch über die malaiischen Inseln aus, doch kamen sie wohl erst im Pliozän bis nach Australien. Das Pliozän wurde besonders zu einer wichtigen Epoche in der Geschichte der Tierwelt. Denn in ihm, wahrscheinlich schon ganz an seinem Anfange, kamen die känogäischen Tiere in grossen Massen nach Südamerika und Afrika; von letzterem hatte allerdings bereits im Miozän Madagaskar sich abgetrennt. Gleichzeitig breiteten auch die in Ostindien entwickelten Tiere in den nordischen Erdteilen sich aus und zwar besonders in dem nächstgelegenen Eurasien. Es bedarf hier nicht der Wiederholung der Familien, die den einzelnen Wanderstrassen folgten, sind sie doch im systematischen Teile tabellarisch zusammengestellt, ebenso wie die paläogäischen Tiere, die den känogäischen entgegenwanderten. Es sind dabei mehrere Kreiswanderungen vollendet worden. Charakteristische Beispiele dafür sind die Didelphyiden und die Elephantiden. Die ersteren stammen von den in Südamerika im Mesozoikum heimischen Marsupialiern ab. In der oberen Kreide gelangten sie nach Nordamerika und breiteten sich bis zum Oligozän auch nach Europa aus, wo sie jedoch im unteren Miozän ausstarben. In Nordamerika lebten sie dagegen bis zur Gegenwart fort und gelangten im Pliozän auch wieder nach Südamerika zurück. Die ältesten plazentalen Vorfahren der Elephantiden müssen wir in Nordamerika suchen. Von hier kamen sie in der Kreide nach Südamerika, im Eozän nach Afrika. Am Ende der Oligozänzeit erreichten sie Europa, im oberen Miozän erscheinen sie in Nordamerika und bald auch in Südamerika, wandern auch nach Indien, wo aus Mastodon über Stegodon sich die Gattung Elephas entwickelt, die im Pliozän Europa, im Diluvium Nordamerika erreicht und im Pliozän auch wieder nach Afrika gelangt. Ebenso haben wahrscheinlich auch die Straussen einen Kreisweg zurückgelegt: Madagaskar — Afrika — Südeuropa — Indien — Afrika, und wie sie eine ganze Anzahl anderer Tiere, die sowohl die oligozäne Brücke zwischen Europa und Afrika, wie die pliozäne zwischen Afrika und Indien benutzten. Durch diese miozänen und pliozänen Wanderungen wurde im grössten Teile der Kontinente der jetzige Zustand der Tierverteilung hergestellt, nur in den höheren Breiten treten noch wesentliche Verschiebungen ein, die in der Hauptsache im Rückzuge vieler pliozäner Formen bestanden. Dagegen treten nach dem Pliozän selbst neue Gattungen nur in sehr beschränktem Masse auf, soweit wir überhaupt die rezenten und die fossilen Gattungen ihrer Zahl nach vergleichen können, was z. B. bei den Vögeln nicht der Fall ist.

3. Das Diluvium.

§ 264. **Kontinente.** Während der Diluvialzeit[1]) wichen die Kontinente nicht mehr wesentlich von ihrer jetzigen Form ab. Franz Joseph-Land hatte sich vermutlich noch im Pliozän von Eurasien abgetrennt, während des Diluviums folgte Spitzbergen, und damit näherte sich Europa seiner jetzigen Form, zumal auch die isländische Landbrücke nunmehr endgültig zerbrach. Ebenso löste sich jetzt der Norden der Nearktis in einen Archipel grosser flacher Inseln auf. Ziemlich lange blieben dagegen die Neusibirischen Inseln noch mit Asien vereinigt. Die Beringstrasse blieb noch eine Zeitlang geschlossen und gestattet z. B. noch dem Mammut den Übergang nach Nordamerika. Doch öffnete sie sich im Laufe der Periode. Grösser war auch die Ausdehnung des Landes im malaiischen Archipel, wo nacheinander Java, Palawan, Sumatra und Borneo, Billiton und Banka von Hinterindien sich abtrennten. Wie hier teils vor, teils während der Diluvialzeit das Land im Rückgange befindlich war, so wurde auch in Südamerika das Pampasgebiet noch einmal transgrediert wie im Miozän, doch auch sehr bald wieder trocken gelegt, ebenso wie auch der Amazonasbusen und der Mississippigolf sich nunmehr endgültig schlossen. Zu den während des Diluviums ausgefüllten Buchten gehört nach Koken auch das Mündungsgebiet der Petschora, sowie die Halbinsel Jalmal und das östlich von ihr liegende Land bis über die Jenisseimündung hinaus (Karte 22).

§ 265. **Eiszeit.** Nach der Pliozänzeit sank, in der Hauptsache durch die Erhebung der Gebirge mit den sie begleitenden vulkanischen Eruptionen veranlasst, die Temperatur noch etwas tiefer, und durch das Zusammentreffen mit den Schwankungen der Erdbahnexzentrizität entstand nun der Wechsel der Glazial- und der Interglazialzeiten. Am besten werden vier Vergletscherungen mit drei Zwischeneiszeiten unterschieden, die sehr vollkommen in den Alpen sich entwickelt haben, während in Norddeutschland gewöhnlich nur drei Vergletscherungen unterschieden werden. Während der Glazialzeiten verschmelzen die Vergletscherungszentren zu grossen zusammenhängenden Inlandeismassen besonders im Norden, wo Grönland den Mittelpunkt einer riesigen Eismasse bildete, die über den nordamerikanischen und den europäischen Kontinent sich ausbreitete. Infolgedessen war hier der Eismantel am gewaltigsten entwickelt und hat daher auch allein in grosser Ausdehnung die eigentliche Eiszeit überdauern können. Mächtig waren die Wirkungen dieser Eismassen auf die Erdrinde. Hier häuften sie mächtige Endmoränenwälle auf, breiteten dicke Grundmoränen aus, dort schürften sie wannenartige Vertiefungen im Boden aus und schufen die seenreichen Landschaften des kanadischen und des skandinavischen Schildes mit ihren Randländern, sowie die Seen der Alpen und anderer Hochgebirge.

---

1) Siehe S. 405. 420. 428—429. 445. 453. 481—487.

Noch wichtiger aber war der Einfluss der Eiszeit auf die Lebewelt. In Nordamerika isolierte sie eine Zeitlang die einheimische Tierwelt vollständig und bewirkte dadurch den eigenartigen Charakter der sonorischen Unterregion. In Europa verdrängte das Eis die alte Tierwelt und Pflanzenwelt, und bei ihrem Rückgange wanderten dann neue Formen von dem in gleicher Breite liegenden aber nicht vergletscherten Sibirien ein, das auch den Norden von Nordamerika bevölkerte. Immerhin blieb die europäische Fauna eine relativ ärmliche. In geringerem Masse wirkte die Eiszeit in den südlichen Gebieten, wo ebenfalls grosse Eismassen sich fanden. In den nicht vergletscherten Gebieten machte die Periode sich durch grosse Niederschläge bemerkbar, die mächtige Stromsysteme speisten, deren bestbekanntes das des norddeutschen Urstromes ist, in dessen Talsenkungen jetzt relativ kleine Flüsse fliessen. Diese grossen Ströme wurden zum Teil durch die Schmelzwasser der Gletscher gespeist, die unter den Inlandeismassen stellenweise Åsar aufschütteten, zum Teil aber auch durch die heftigen Niederschläge in den nicht vergletscherten Gebieten. Bei so grosser Wasserfülle muss natürlich auch die Sedimentführung der Flüsse eine grosse gewesen sein, und so erklären sich die mächtigen diluvialen Anschwemmungsgebiete, deren Material durch die jungen Hochgebirge geliefert wurden, die im Diluvium jedenfalls eine noch beträchtlichere Höhe besassen als jetzt und dadurch eben mit zur Eiszeit beitrugen. Endlich kommen als diluviale Schichten noch die äolischen Lössbildungen in Betracht, die ebenfalls in der Nachbarschaft der Hochgebirge entstanden.

§ 266. **Tiere.** Es wurde schon im vorigen Paragraphen darauf hingewiesen, dass die Ausbreitung und der Rückzug des Eises Wanderungen hervorrufen musste, die es bewirkten, dass alle nordischen Kontinente so ausserordentlich in ihrer Tierwelt, selbst in den Mollusken übereinstimmen. Nach dem Rückgange des Eises nahm zunächst die Steppe das freigewordene Gebiet in Beschlag und dieses wurde von Asien her mit Steppentieren besiedelt. Erst später fassten auch die Wälder wieder Fuss auf diesem Boden. Infolgedessen setzt sich die nordische Diluvialfauna aus sehr verschiedenen Elementen zusammen. Steppentiere sind z. B. in Europa:

Myogale moschata
Myogale pyrenaica.
Lagomys pusillus.
Alactaga jaculus.
Spermophilus guttatus.
Sp. rufescens.
Sp. fulvus.
Sp. citrillus.
Arctomys Bobac.
Antilope Saiga.
Equus hemionus.

Direkte Beziehungen zu Asien zeigen die Gebirgstiere:

Lepus variabilis.
Arctomys marmotta.
Antilope rupicapra.
Capra ibex.

Nordische Tiere sind:

Putorius ermineus.
Gulo luscus.
Canis lagopus.
Myodes torquatus.
M. lemmus.
Arvicola nivalis.
A. ratticeps.
Ovibos moschatus.
Rangifer tarandus.

sowie bis zu gewissem Grade:

Rhinoceros antiquitatis.
Elasmotherium sibiricum.
Elephas primigenius.

Bemerkenswert ist, dass nicht nur Europa, Asien und Nordamerika sich in ihrer Fauna wesentlich unterscheiden, sondern auch die mittelmeerische Unterregion scharf ausgeprägt ist. Nach Zittel, an den wir uns hier überhaupt anschliessen, sind für das mittelmeerische Gebiet charakteristisch:

Macacus inuus.
Felis caffra.
Hyaena striata.
Lycorus Nemesianus.
Myolagus Sardus.
Antilope Maileti.
Ovis tragelaphus.
Capra pyrenaica.
Hippopotamus Pentlandi.
Elephas melitensis.
E. mnaidriensis.
E. Falconeri.

Es schliesst sich danach die mittelmeerische Fauna viel enger an die pliozäne an, als die nordeuropäische, wie das ja ganz erklärlich ist, doch fehlen auch im Norden nicht Formen, die bereits in Pliozän vorkommen oder sich direkt an pliozäne Formen anschliessen. In den Südkontinenten schliesst die diluviale Fauna vollständig an die pliozäne sich an, dagegen weicht sie wenigstens in Südamerika und Australien ziemlich wesentlich von der jetzigen ab, indem viele Tierformen, besonders von riesenhaften Dimensionen, hier ausgestorben sind. Durchweg gehören diese der alten paläogäischen Fauna an, ihr Verschwinden erklärt sich daher einfach durch die Überlegenheit der gewandteren eingewanderten känogäischen Tiere.

4. Die Ausbreitung des Menschen.

§ 267. Heimat des Menschen. Betrachten wir den Stammbaum des Menschen, wie er sich jetzt mit leidlicher Sicherheit in grossen Zügen feststellen lässt, so lässt sich das mutmassliche Entwicklungszentrum bis in das Silur zurück ermitteln. In dieser Formation dürften die ältesten Dipnoer im nordatlantischen Becken von den Urganoiden sich abgezweigt haben. Im Devon erfolgte in der Nordatlantis der Übergang der Wirbeltiere zum Landleben; hier erfolgte auch die Spaltung der Landwirbeltiere in Uramphibien und Urreptilien. Im Perm gelangten von den letzteren Rhynchocephalen nach Südafrika, wo aus ihnen die Mesosauriden und aus diesen die Ursäugetiere sich entwickelten. Die letzteren gelangten bald nach Südamerika und Nordamerika, in letzterem Kontinente zu den Pantotherien spezialisiert, aus denen die Prodidelphyier

hervorgingen. Diese geben wieder den Grund für die Entwicklung der Urplazentalier ab, die ebenfalls in Nordamerika erfolgte. Zu ihren schon in der Kreide gebildeten Zweigen gehörten die Pachylemuriden. Von diesen haben sich jedenfalls schon in der Kreide die Katarhinen abgetrennt und zwar in Formen, die den Semnopitheciden nahe stehen. Diese stellen den europäischen Zweig der Primaten dar, von dem wir allerdings vor dem Miozän keine Reste besitzen. Im Miozän zweigten sich von dieser Familie die Anthropomorphiden ab, die noch während des Miozän nach Indien gelangten, und in diesem müssen wir, wie bereits im systematischen Teile erwähnt, die Heimat des Menschen sehen, soweit es sich um die körperliche Entwicklung handelt. Streng lokalisieren können wir die Urheimat des Menschen natürlich nicht, jedenfalls reicht der Pithekanthroposfund nicht hin, ohne weiteres die malaiischen Inseln oder gar Java als Stammgebiet des Homo sapiens anzusehen. Sehr wohl möglich ist es allerdings, dass der Affenmensch aus den üppigen Waldgebieten Indonesiens kam und von hier über das festländische Indien sich ausbreitete. Die Weiterentwicklung hat aber jedenfalls nicht in einem dichtbewaldeten Gebiete stattgefunden, sondern vielleicht in den tibetanischen Gebieten, die im Pliozän noch bei weitem nicht ihre jetzige Höhe besassen. Hier isoliert und durch ein sich verschlechterndes Klima in Not gebracht, schwang der Affenmensch zum Menschen sich empor, der, im Kampfe mit einer rauhen Natur gestählt, nach allen Seiten sich ausbreitete und auch die Eiszeit überstehend sich in überraschend kurzer Zeit zum Herrn der Erde aufschwang in einer Weise, wie vor ihm keine Tierklasse, geschweige denn eine einzelne Tierart. Wir haben also folgende mutmassliche Heimatsgebiete.

Mensch: Tibet	— Pliozän.
Affenmensch: Malaiische Inseln	— Pliozän.
Menschenaffe: Europa, vielleicht Skandinavien	— Miozän.
Schlankaffe: Nordamerika	— Kreide.
Uraffe: Nordamerika	— Kreide.
Urzottentier: Nordamerika	— Kreide.
Urbeutelratte: Nordamerika	— Keuper oder Lias.
Urbeutler (Pantotherium): Südatlantis	— Perm
Ursäuger: Südafrika	— Perm.
Mesosaurus: Südafrika	— Perm.
Ursaurier: Nordatlantis	— Devon.
Urlandwirbeltier: Nordatlantis	— Devon.
Urlungenfisch: Nordatlantisches Becken	— Silur.

§ 268. Rassen und Wanderungen. Bei der Betrachtung der Menschenrassen [1]) stützen wir uns auf die Einteilung nach der Behaarung und nach der Sprache und erhalten 18 Menschenrassen, die sich in folgender Weise gruppieren:

---

[1]) Besonders nach Haeckel, Natürliche Schöpfungsgeschichte. 10. Aufl. 1902. S. 701—765. bez. Haeckel, Syst. Phyl. III. S. 634—642. Vgl. Karte 23.

I. Lissotriches—Schlichthaarige.

A. Euplocami—Lockenhaarige.

1. Indogermanen.
2. Alarodier.
3. Semiten.
4. Hamiten.
5. Basken.
6. Nubier.
7. Drawida.
8. Australier.
9. Weddalen.

B. Euthycomi—Straffhaarige.

10. Malaien.
11. Mongolen.
12. Hyperboräer.
13. Amerikaner.

II. Ulotriches—Wollhaarige.

A. Eriocomi—Filzhaarige.

14. Neger.
15. Kaffern.

B. Lophocomi—Büschelhaarige.

16. Papua.
17. Hottentotten.
18. Akkalen.

Die altertümlichsten Rassen sind die Weddalen und Akkalen, sehr alt sind auch die Drawida, Australier, Papua und Hottentotten. Wollen wir uns die Ausbreitung dieser Rassen in ihren Hauptzügen vorstellen, ohne auf Rückwanderungen Rücksicht zu nehmen, so scheint folgendes der einfachste Weg zu sein. Wir haben angenommen, dass Tibet die Heimat der Urmenschen wurde. Ein Teil derselben stieg vielleicht dem Tale des Indus oder des Satledsch folgend nach den indischen Ebenen herunter und hier, von der Stammform getrennt, entwickelte er sich in eigenartiger Weise. Während im Hochlande Lissotrichen wohnten, bildeten sich im Süden Ulotrichen aus, die im Habitus den Akkalen am nächsten standen. Diese wollhaarigen Menschen breiteten sich zunächst einmal sehr rasch in dem in der pliozänen Zeit und vielleicht auch noch im Anfange des Diluvium eine Region bildenden Indien und Afrika aus und erreichten auch die melanesischen Inseln, sowie vielleicht auch das Festland von Australien und Tasmanien, wenn es auch nicht ganz ausgemacht ist, dass die Tasmanier zur Papuarasse gehörten. Während des Diluviums trat insbesondere wieder eine schärfere Trennung zwischen Afrika und Indien ein, und nun entwickelten sich jedenfalls in Afrika die Hottentotten, aus denen noch später die Neger und Kaffern hervorgingen, die die Urbevölkerung in die Einöden des Südens bezw. in die tropischen Urwälder zurückdrängten. Der indisch-australische Zweig aber bildete die Rasse der Papua oder Negritos, der jetzt noch auf den Andamanen sich findet. Diese letzte Rasse war aber bereits in ihrem Verbreitungsgebiete stark beschränkt und der Zusammenhang der wollhaarigen Völker gelöst worden. Die schlichthaarigen Höhenbewohner drangen in mehreren Wellen in Indien ein und, nach dem klimatischen Gesetze den in einem üppigen Lande bei mildem Klima verweichlichten Ulotrichen überlegen, drängten diese aus ihren alten Wohnsitzen. Mindestens drei solcher Wellen können wir unterscheiden. Die erste brach schon sehr früh über Indien herein, ehe noch die Lissotrichen sich höher entwickelt hatten. Es waren dies die Weddalen, die die Ulotrichen zum mindesten gänzlich aus Vorderindien verdrängten, wahr-

scheinlich aber auch aus den Ländern im Osten und Westen. Ein Teil der Weddalen gelangte vielleicht nach Australien, wo er die Papuas zurückdrängte und als selbständige Menschenrasse sich weiter entwickelte. Es ist aber auch möglich, dass erst der Stoss der Weddalen die Papua zur Ausbreitung nach Melanesien hin veranlasste, und dass mit ihnen schlichthaarige Völker nach Osten zogen, so dass dann die Australier die erste Bevölkerung ihres Kontinentes darstellten. Die letztere Annahme scheint uns die einfachere und natürlichere zu sein, zumal wir ähnliche Vorgänge aus der Zeit der germanischen Völkerwanderung kennen. Inzwischen hatten in Innerasien die Drawida sich ausgebildet und gaben nun ebenfalls einen Teil ihrer Menschenmasse nach Süden ab, die als zweite Welle, Indien überflutend, den eigentlichen und unveränderten Weddalen fast ihren ganzen Besitz entriss. Kümmerliche Reste nur erhielten sich in den Bergen von Ceylon, sowie vielleicht im Nilgirigebirge in den Todas und auf Celebes. Die im Gebirge zurückgebliebenen Drawida spalteten sich in zwei Zweige, der eine lockenhaarig bleibende Stamm zog westwärts, der andere, der straffes Haar annahm, wandte sich nach Osten. Der letztere breitete sich nun vorzugsweise im Faltenlande von Asien aus. Ein Zweig wandte sich nach Süden und drängte hier als malaiische Menschenrasse die Papua zurück, weithin über die ozeanischen Inseln sich ausbreitend und auch westwärts sich wendend, den Kaffern auf Madagaskar Gebiet abgewinnend. Der andere Zweig bildete die mongolische Rasse und entwickelte sich wohl zunächst in Ostasien, auch behielt er die alte Heimat des Menschen in seinem Besitz. Von Ostasien aus breitete er sich dann nach Norden aus, den Steppen- und Waldgürtel Eurasiens vom Atlantischen bis zum Grossen Ozean besiedelnd. Ein Teil überschritt die Beringstrasse und bildete sich in Amerika zu einer neuen Menschenrasse aus, während gleichzeitig die Hyperboräer dem arktischen Klima sich anpassten. Wir haben hier einen Anhaltspunkt über die Zeit dieser Wanderungen, denn da der Mensch bereits in der Pampasformation Südamerikas erscheint, die an der Grenze zwischen Pliozän und Diluvium steht, so müssen die vorher erwähnten Differentiationen und Wanderungen schon im Pliozän erfolgt sein, abgesehen nur von der weiten Ausbreitung der Malaien, doch müssen wir das Bestehen auch dieser Rasse annehmen. Es verbleiben uns nur noch die ersten sechs lockenhaarigen Menschenrassen. Die Euplocamen, die von Tibet sich ostwärts wandten und wahrscheinlich zunächst Turan und Iran besiedelten, spalteten sich in zwei Äste. Der eine wandte sich mehr nach Südosten, wo er als Hamitenrasse den Negern Boden abgewann. Ein Seitenzweig besonders, die Nubier, drang tief in deren Gebiet und selbst in das der Kaffern ein, sich zwischen ihre Wohnräume schiebend und meist die Oberherrschaft an sich reissend. Ein anderer Zweig, der der Basken, gelangte nach Iberien und Frankreich, ein dritter, der semitische, wandte sich wieder rückwärts nach Vorderasien, wo er mit dem anderen zusammentraf. Dieser hatte als alarodische Rasse

ganz Vorderasien, vielleicht auch Griechenland besiedelt, Völker wie die Kossäer, Armenier, Sumerer, Hethiter, Philister, Lyder gehörten ihm an. Jetzt wurde er im Süden von den Semiten überwältigt, besonders in der mesopotamischen Ebene, wo die Semiten das Kulturerbe der hochbegabten und weitentwickelten Sumerer antraten. In den nördlicheren Ländern hatten sich, vielleicht in den Steppen Turans und Südrusslands oder auch weiter im Norden, die Indogermanen entwickelt. Von diesen wandte ein Teil sich südwärts, die Alarodier zurückdrängend und als dritte Welle auch über Vorderindien sich ergiessend. Ebenso wandte er sich westwärts, die nördlichen Mittelmeerländer und Westeuropa in seinen Besitz bringend, der andere aber drang in die Waldregion Europas ein, hier in die Germanen, die Litauer und die Slaven sich spaltend, die die finnischen Völker Nordeuropas gegen das Arktische Meer zurückdrängten. Damit sind wir in der geschichtlichen Zeit angelangt, in die ja auch der Rückgang der Alarodier fällt, die jetzt nur noch durch die Kaukasier und Georgier vertreten werden. Die Indogermanen sind aber jedenfalls nicht die ersten menschlichen Bewohner Europas gewesen, da die fossilen Schädel nicht alle zu ihnen gehören. Allerdings fehlen uns hier die Merkmale, auf denen unsere Rasseneinteilung beruht. Bemerkenswert ist nur, dass der Neandertalschädel in der starken Augenbrauenbogenentwicklung an die Toda erinnert[1]. Vielleicht stand also die Neandertalrasse, mit der die Cannstadtrasse nahe verwandt ist, den Weddalen nahe, so dass also Europa etwa ebenso früh von schlichthaarigen Menschen erreicht wurde, als Indien. Leider werden wir hier aber kaum je vollkommene Sicherheit erlangen. Wir schliessen hiermit die Erörterung über die Menschenrassen und verzichten darauf, an dieser Stelle eingehender auf die Ausbreitung der einzelnen Völker einzugehen, wollen wir ja die Geschichte der Kontinente und ihrer Bewohner nur in grossen Zügen zeigen. Dazu reicht aber die Betrachtung der Menschenrassen hin, die wir, wenn wir uns nicht auf den einseitigen anthropozentrischen Standpunkt stellen, besser als selbständige Arten auffassen, die sich auf vier Gattungen verteilen, wie dies Häckel vorgeschlagen hat. Wir erhalten dann folgende rationelle Einteilung der Ordnung der Primaten, die sich auf deren Entwicklung stützt, wie wir sie in diesem Buche dargestellt haben:

1. Unterordnung: **Catarhinae.**

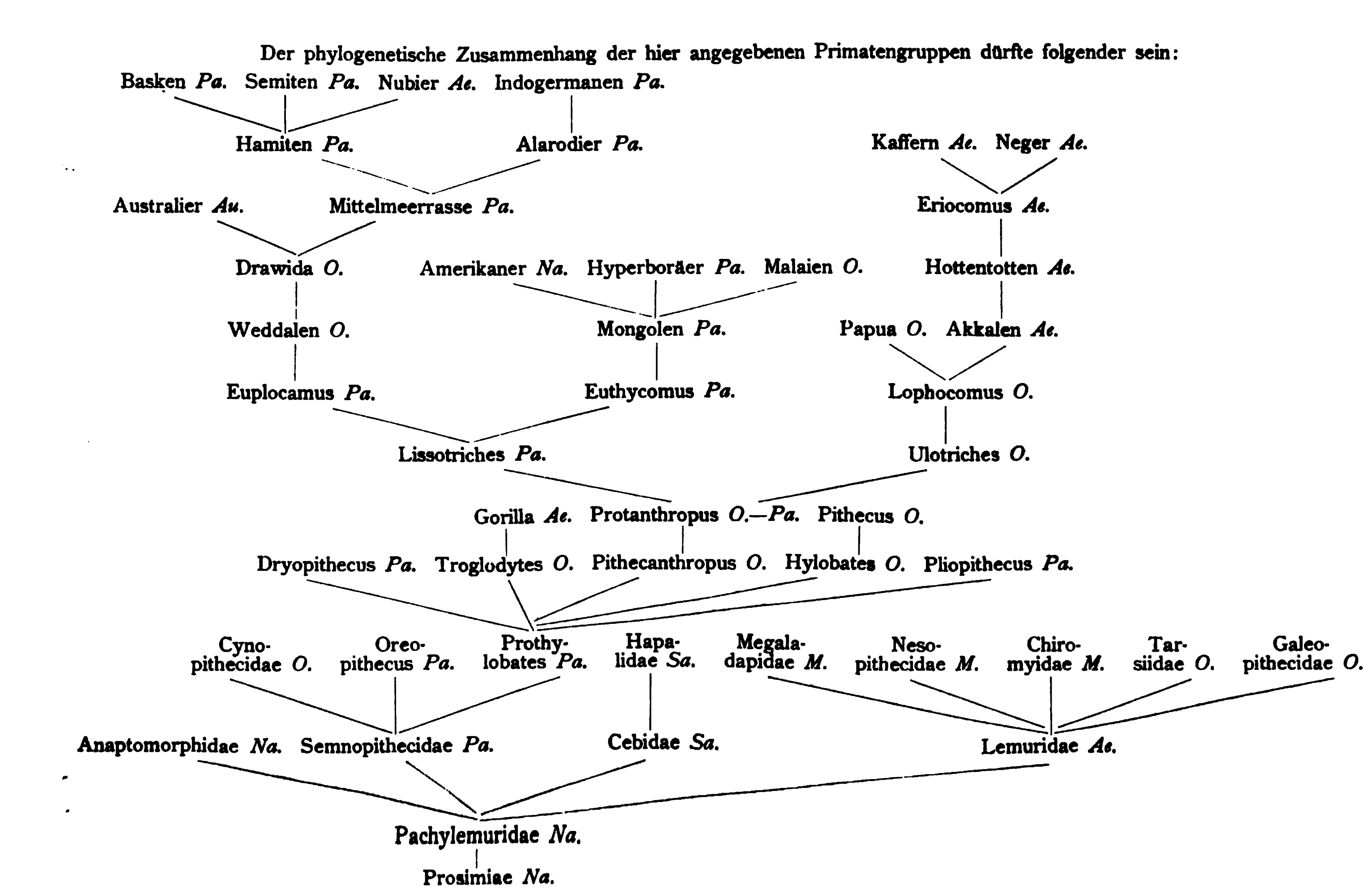
1. Abteilung: Anthropomorpha.

1. Fam.: Bimana.
   - Euplocomus.
   - Euthycomus.
   - Eriocomus.
   - Lophocomus.
   - Protanthropus (Homo primigenius).

2. Fam.: Anthropomorphidae.
   - Gorilla.
   - Troglodytes.
   - Pithecus.
   - Hylobates.
   - Pithecanthropus.
   - Dryopithecus. Pliopithecus.
   - Anthropodus. Neopithecus.
   - Gryphopithecus.

[1] Häckel, Schöpfungsgeschichte. S. 749.

Der phylogenetische Zusammenhang der hier angegebenen Primatengruppen dürfte folgender sein:



Die Heimatsgebiete sind hierin durch die auf S. 318 angegebenen Abkürzungen bezeichnet.

2. Abteilung: Cynopitheca.
1. Fam.: Cynopithecidae.
2. Fam.: Semnopithecidae.

2. Unterordnung: **Platyrhinae.**

1. Abteilung: Dysmopitheca.
1. Fam.: Cebidae.
 1. Unterfam.: Cebinae.
 2. Unterfam.: Mycetinae.
 3. Unterfam.: Pitheciinae.
 4. Unterfam.: Nyctipithecinae.
 5. Unterfam.: Homunculinae.

2. Abteilung: Arcopitheca.
1. Fam.: Hapalidae.

3. Unterordnung: **Lemures.**

1. Fam.: Lemuridae.
2. Fam.: Megaladapidae.
3. Fam.: Nesopithecidae.
4. Fam.: Tarsiidae.
5. Fam.: Chiromyidae.
6. Fam.: Galeopithecidae?

4. Unterordnung: **Prosimiae.**

1. Fam.: Anaptomorphidae.
2. Fam.: Pachylemuridae.

Aus der vierten Unterordnung haben die ersten drei sich selbständig abgezweigt. Zur Zusammenstellung der Menschen und Menschenaffen in eine Abteilung veranlasst uns der Umstand, dass Menschenblut mit Menschenaffenblut die biologische Reaktion ergibt, dass also beide Wesen fast gleichartiges Blut besitzen, während die niederen Affen weiter darin abweichen. Die höhere geistige Entwicklung des Menschen erlaubt uns nicht, ihm in einem System eine Sonderstellung anzuweisen, das sonst durchgängig auf Eigentümlichkeiten des Körpers aufgebaut ist. Wir dürfen uns hier auch vor der letzten Konsequenz nicht scheuen, der Mensch gehört mit dem Menschenaffen nicht nur in dieselbe Ordnung, sondern sogar vielleicht in dieselbe Familie!

E. Schlussabschnitt.

§ 269. Wir stehen nun am Schlusse unserer gestellten Aufgabe. Selbstverständlich geben wir uns nicht dem trügerischen Bewusstsein hin, sie auch nur mit grosser Annäherung richtig gelöst zu haben. Das wird erst in Jahren oder besser Jahrzehnten möglich sein. Ist doch die Paläogeographie erst seit kurzer Zeit, eigentlich erst seit Neumayrs Versuch 1885 in sichere Bahnen eingelenkt, sie steht also jetzt noch in ihrer Kindheit. Dabei hat sie sich aber immer hauptsächlich auf die Meerestierwelt gestützt, die dem Paläontologen in genügend reichem Masse zur Verfügung steht. So wertvoll die dadurch gewonnenen Resultate sind, so müssen sie doch einseitig bleiben, wenn nicht auch die Landlebewelt und zwar in ihrer Gesamtheit mit in Betracht gezogen wird. Das letztere soll dies Buch tun, das nicht die paläogeographischen Arbeiten der Geologen und Paläontologen widerlegen, sondern sie vielmehr ergänzen will, indem das Studium der kontinentalen Organismen uns vielfach ermöglicht, dort eine Entscheidung zu treffen, wo der Paläontolog, der auf Meerestiere allein sich stützt, zwischen verschiedenen Annahmen schwanken kann. Natürlich haften diesem Versuche viele

Mängel an, schon dadurch, dass wir uns genötigt sahen, in die verschiedensten Wissenszweige überzugreifen, die ein einzelner natürlich nicht in gleich vollkommenem Masse beherrschen kann. Ausserdem hat auch viel Hypothetisches Aufnahme finden müssen, das wir aber nach Möglichkeit als solches deutlich hervorgehoben haben. Mag nun die in diesem Buche geschilderte Entwicklung der Kontinente und ihrer Bewohner richtig sein oder nicht, jedenfalls ist sie möglich und zeigt, dass wir uns nach dem jetzigen Stand unseres Wissens recht wohl ein einheitliches Bild der Erdgeschichte machen können, die von allgemeinen Entwicklungsgesetzen bedingt wird. Freilich ist sie nur ein ausgeflickter Torso, indem wir die spärlichen Tatsachen, die uns sicher überliefert sind, durch unsere Hypothesen zu einem Ganzen zu vereinigen suchen. Die Zukunft wird sicherlich vieles an diesem Bilde als abänderungsbedürftig erscheinen lassen, für die jüngste Zeit der Erdgeschichte aber hoffen wir ein leidlich klares und sicheres Bild entworfen zu haben, das in seinen wesentlichen Zügen nicht sehr verändert werden dürfte. Gewaltige Änderungen in der Gliederung der Erdkruste haben, wie wir sahen, noch vor relativ kurzer Zeit stattgefunden, aber doch bemerkten wir nirgends eine vernichtende Katastrophe, immer fand eine kontinuierliche Fortentwicklung statt, freilich nicht immer gerade ansteigend, sondern auch seitwärts sich fortsetzend oder selbst wieder zurücklaufend, so dass sie statt durch eine Gerade durch eine Wellenlinie dargestellt werden müsste, die im ganzen aber doch stetig aufwärts führt, so dass wir gleiches auch noch für eine lange Zukunft erhoffen dürfen. Millionen von Jahren dürfen wir für eine solche Entwicklung noch voraussetzen; ob der Mensch sie erlebt, können wir freilich nicht wissen, immerhin dürfen wir wohl auch für ihn ein hohes Alter voraussetzen, steht er doch in weit günstigerer Lage im Kampfe ums Dasein da, als alle seine Mitgeschöpfe, die trotzdem ungeheure Zeiträume aushalten konnten. Wenn dann endlich ein Niedergang eintritt, wenn die Sonne nicht mehr ihre Energie und Leben spendende Strahlen zur Erde herabsendet, dann werden auch der Mensch oder seine weiterentwickelten Nachkommen den Kampf mit der Natur noch lange mit gesteigerter Energie fortführen, freilich nur, um schliesslich doch, wenn auch ruhmvoll, zu unterliegen. Keinesfalls wird aber der Menschenstamm vor diesem allgemeinen Niedergange von der Herrschaft verdrängt werden, deren er sich in so ausgedehntem Masse bemächtigt hat, dass er keinen Konkurrenten neben sich aufkommen lässt. Einen Wechsel wie der Übergang der Herrschaft von den Reptilien auf die Säugetiere müssen wir für alle Zukunft für unmöglich halten, solange die Lebensbedingungen für den Menschen vorhanden sind. Wenn wir also auch den Menschen von seinem angemassten Throne herunterstossen müssen, auf dem er gottähnlich über die Erde herrscht, die nur für ihn da ist, so bieten wir ihm doch andererseits die Aussicht auf eine Fortentwicklung, deren Grösse und Vollkommenheit zu ermessen wir jetzt überhaupt nicht fähig sind. Nicht

am Anfange des Menschengeschlechtes lag der ideale Zustand, den wir nie aus eigener Macht erreichen können, sondern er winkt uns noch und spornt uns zu immer grösseren Anstrengungen nach Vervollkommnung, so dass unsere Anschauung an ethischem Werte durchaus nicht zurücksteht hinter der landläufigen, die sich so gern als einzige Hüterin der Moral aufspielt. Viele Jahrzehnte werden ja noch vergehen, aber schliesslich muss die Zeit doch kommen, wo alle Geister sich mit der Entwicklungslehre und ihren letzten Konsequenzen abfinden, wie früher mit der kopernikanischen Lehre, bis wir vom anthropozentrischen Standpunkte uns entfernen wie damals vom geozentrischen. Dann endlich werden wir alle Kräfte auf wahre Vervollkommnung richten können, während sie jetzt noch vielfach im Wirbel sich nutzlos befehden, dann wird es nicht mehr heissen: hie Religion, hie Naturwissenschaft, sondern beide werden zu einem grossen erhabenen Ganzen sich vereinigen.

Bemerkungen zu den Stammbäumen und Karten.

§ 270. **I. Biogeographische Karten**, K. 1—5.

Auf Karte 1 ist der Versuch gemacht, die Erdoberfläche nach ihrer Landtierwelt und Pflanzenwelt zu gliedern. Aus diesem Grunde sind nicht nur bei Australien die Inseln in die Grenzen mit einbezogen, sondern auch im Bereiche des Atlantischen und des Indischen Ozeans. Die Begründung für den Verlauf der einzelnen Linien ist im systematischen Teile gegeben worden. Aus Gründen der Übersichtlichkeit konnte bei der Einteilung nur bis zu den Unterregionen gegangen werden. Für einige derselben ist auf den Karten 2 bis 5 die weitere Einteilung in Provinzen angegeben worden, die ebenso wie die Haupteinteilung sowohl auf biogeographischen wie auf geomorphologischen und geologischen Erwägungen beruht.

§ 271. **II. Wanderungskarten**, K. 3—10, 23.

Die Karten sollen ein ungefähres Bild davon geben, wie wir uns die Ausgleiche der einzelnen Kontinentalfaunen und -floren sowie die Ausbreitung der wichtigsten Tiergruppen vorstellen können. Dem ersteren Zwecke dienen vorwiegend die Karten 3 bis 6 und 8, dem letzteren die Karten 7, 9, 10 und 23. Die Karten 6 und 8 ergänzen sich gegenseitig. Die Wanderungslinien sind nach Möglichkeit an die Stelle gezeichnet, wo die Wanderung wirklich stattgefunden haben dürfte, doch liess sich dies nicht überall streng durchführen, so z. B. bei den Wanderungen zwischen Europa und Nordamerika. Hier wurde besonders auch auf Karte 7, 9 und 10 das Prinzip zugrunde gelegt, dass die späteren Wanderungen durch nördlichere Linien bezeichnet wurden. Ausserdem mussten vielfach der Deutlichkeit wegen gleichzeitige und gleichgerichtete Wanderungen durch nebeneinander herlaufende Linien

bezeichnet werden. Am genauesten ist in dieser Beziehung Karte 6, in der z. B. auch die altmesozoischen Wanderungen zwischen Afrika und Europa richtig eingezeichnet wurden, während auf den folgenden Karten die betreffenden Verbindungslinien schematischer angegeben wurden. Zum vollständigen Verständnis des Wesens der Wanderungen wird ein Vergleich mit den paläogeographischen Karten dienen, sowie ein Blick auf die Wanderungstabellen im biogeographischen Teil, hauptsächlich auf die bei der Besprechung der paläarktischen Tierwelt stehenden.

§ 272. **III. Stammbäume,** Fig. 1, 3, 4 und 6—10.

Die beigegebenen Stammbäume sollen durchaus nicht den Anspruch erheben, vollkommener zu sein als ältere. Sie sind nur auf einem anderen Prinzip basiert, das bisher meist vernachlässigt wurde. Die bisherigen Stammbäume stellten zumeist nur die Verwandtschaft und Entwicklung der Lebensformen ohne Rücksicht auf Zeit und Ort dar, am vollkommensten in der stereometrischen Form Fürbringers. Hier sollen die beigegebenen Stammbäume als Ergänzung dienen. Sie verzichten schon der Schwierigkeit der Reproduktion wegen auf die stereometrische Form und damit auf die genaue Bezeichnung der wechselseitigen Beziehungen. Dafür suchen sie einmal die Zeit der Abzweigungen darzustellen, wobei gleichzeitig die Ausdehnung der Formation nach ihrer mutmasslichen relativen Dauer bemessen ist. Ausserdem wurde der Ort der Entwicklung durch kurze Zeichen angedeutet. Das ist natürlich auch nur ein Notbehelf und hoffentlich werden recht bald weitere Stammbäume nach Art der Fürbringerschen konstruiert. Es musste hierbei nur darauf geachtet werden, dass der Ort der Abzweigung der Seitenäste nicht durch ästhetische Gründe bestimmt werden darf, sondern dass dabei Rücksicht auf das Alter des betreffenden Zweiges genommen werde. Es müssen alle gleichzeitig lebenden Formen in einer Ebene liegen. Das Heimats- und Entwicklungsgebiet der einzelnen Formen würde wohl am einfachsten durch verschiedene Farben sich andeuten lassen. In den beigegebenen Stammbäumen wurden aus Gründen der Übersichtlichkeit die Namen der grösseren Gruppen, in der Regel von den Ordnungen an aufwärts, mit grossen Anfangsbuchstaben geschrieben, die anderen mit kleinen. Was endlich die genetische Verknüpfung der einzelnen Gruppen anlangt, so schliessen sich die Stammbäume hierin hauptsächlich an Häckel und Zittel an, doch sind auch einzelne neuere Spezialuntersuchungen dabei berücksichtigt. Die Stammbäume sind zum Teil noch ergänzt und bis auf Gattungen erweitert durch im Texte befindliche Zusammenstellungen, die nach dem Sachregister leicht aufzufinden sind.

§ 273. **IV. Zeittafel,** Fig. 17.

Diese Figur soll eine graphische Darstellung der in § 213, 214 und 218 zusammengestellten Zahlen geben. Bemerkt sei noch zu der Wärmeberechnung, dass dabei eine Ungenauigkeit insofern vorhanden

ist, als die Temperaturen vom Schmelzpunkte des Eises aus gezählt wurden, während sie genauer von der Temperatur des Weltenraumes gezählt werden müssten. Da aber über diese sehr weit voneinander abweichende Ansichten herrschen, so war es zweckmässiger, davon lieber ganz abzusehen. In Wirklichkeit dürften, da der Weltenraum sicher negative Temperaturen besitzt, die Temperaturen seit dem Urgneis durchgängig etwas höher anzusetzen sein, und entsprechend sind die früheren Perioden etwas länger anzunehmen; die Temperaturkurve verläuft also in Wahrheit jedenfalls etwas gestreckter durch die beiden Interpolationspunkte. Wenn beispielsweise die Weltraumtemperatur -100^0 betrüge, so würde am Anfang des Karbon die Erdtemperatur gleich 25,6 statt $20{,}3^0$ anzusetzen sein. Es ist dies also schon ein wesentlicher Unterschied. Indessen soll ja aber die Berechnung weniger dazu dienen, die Erdtemperatur während der geologischen Perioden festzustellen, als dazu, die relative Dauer der früheren Erdperioden abzuschätzen, und diese wird durch die verschiedene Ansetzung des Nullpunktes nicht wesentlich berührt. Bemerkt sei noch, dass auf der Zeittafel infolge eines Versehens leider ein Zahlenfehler sich eingeschlichen hat, an der Grenze von Devon und Karbon muss statt 2,5 richtiger 2,9 stehen.

§ 274. V. Paläogeographische Karten, K. 12—22.

Die Zeichnung der paläogeographischen Karten schliesst sich möglichst eng an die von Neumayr, Koken, Lapparent und Frech an, da Verfasser eine selbständige Rekonstruktion noch nicht glaubte verantworten zu können. Hieraus erklären sich einige geringfügige Unterschiede, die man zwischen Text und Kartenbild ausfindig machen kann. Geringe Abweichungen wurden meist durch biogeographische Erwägungen veranlasst und sind meist nur mit gestrichelten Linien oder überhaupt nicht scharf umgrenzt, wie die Gebiete der triasischen Transgression oder die Gebiete Ozeaniens. Im übrigen sind die Abweichungen bereits im Texte begründet. Als wesentlichste Abweichung ist zu bezeichnen die Weglassung des arktischen Kontinentes während des älteren Paläozoikums (S. 557). Die Devonkarte schliesst sich im Gebiete des Atlantischen Ozeanes mehr an Lapparent an, da die Frechsche mittelatlantische Insel an grösserer Unwahrscheinlichkeit leidet. Die Oldred-Gebiete sind als Mittelmeere aufgefasst; damit soll aber nicht geleugnet werden, dass sie teilweise völlig vom Meere können abgeschnürt worden sein und dann Binnenseen bildeten, wie Frech sie eingezeichnet hat. Im Text ist angegeben, warum trotzdem die Auffassung des Oldred als Küstenablagerungen vorgezogen wurde. In mehrfacher Beziehung sehr hypothetisch ist die Karte der Kreidezeit. Denn einmal sind wir betreffs der atlantischen Transgressionen ganz auf Mutmassungen angewiesen. Besonders im Süden würden die transatlantischen Küstenlinien ganz anders zu ziehen sein, wenn die Katzerschen Untersuchungen sich als richtig bewähren sollten. Es würde

dann die senonische Küste wahrscheinlich von Guayana ostwärts zu ziehen sein und der südatlantische Kontinent würde weniger schmal erscheinen. Ebenso würden auch die entsprechenden Partien der alttertiären Karte etwas abzuändern sein. Weiterhin ist ganz hypothetisch der Kontinent Ozeanien, was seine Zeitdauer und seine Ausdehnung anlangt. Einmal scheint es kaum wahrscheinlich, dass nicht schon im Jura sollten Stücke von ihm vorhanden gewesen sein, und dann wird er auch wohl weniger schmal gewesen sein, als es auf der Karte angegeben wurde. Das brasilisch-australische Landband soll nur ungefähr andeuten, wo das Kernland des transpazifischen Kontinentes lag. Im übrigen sei auch hier auf den Text verwiesen. Ein grosser Nachteil der Merkatorprojektion ist ihre Flächenverzögerung, die keinen Grössenvergleich auf der Karte gestattet. Wir stellen deshalb im folgenden die ungefähre Grösse der einzelnen Kontinente und grösseren Inseln zusammen, die durch Ausmessung der Karten 13—22 gefunden wurde.

Die Zahlen geben Millionen qkm an.

	Unter- Kambrium:	Ober-	Unter- Silur:	Ober-	Unter- Devon:	Ober-
Nordatlantis	22	16	12	8	28	13
Paläarktis, Skandinavien	21	21	8	3	8	4
Mandschurische Insel, Angarakontinent	—	—	6	6	10	8
Südatlantis Gondwanaland	68 35 }	128	169	159	169	150
Colorado-I.	—	—	2	3	—	—
Algonkische I.	—	—	—	2	—	—
Mexikanische I.	—	—	—	—	—	5

	Unter-	Ober- Karbon:	Oberstes	Unter-	Ober- Trias:
Nearktis	—	19	19	—	—
Nordatlantis	33	18	18	39	37
Angarakontinent, Eurasien	18	20	20	33	33
Südkontinent	138	136	127	146	139

	Lias:	Dogger:	Malm:	Neocom:	Cenoman:	Senon
Nearktis	—	—	—	—	15	—
Nordatlantis	31	32	24	38	—	33
Skandinavien	—	—	3	—	—	—
Eurasien	62	62	—	—	59	41
Angarakontinent	—	—	43	30	—	—
Südatlantis	89	89	87	94	—	—
Afrika	—	—	—	—	33	43
Australien, Australozeanien	21	21	21	10	26	23
Brasiloozeanien	—	—	—	—	27	38
Ägyptische I.	—	—	—	—	1	1

	Eozän:	Oligozän:	Miozän:	Pliozän:	Diluvium:	Alluvium:
Nearktis, Nordatlantis	33	29	24	24	26	21
Grönland	—	—	4	4	3	2
Paläarktis, Europa	10	10	9	11	12	10
Angarakontinent, Asien . . .	34	34	46	58	49	44
Südamerika (+ Ozeanien) . .	32	14	19	21	19	19
Afrika, Südatlantis	45	33	38	35	30	29
Australien	15	13	12	10	9	8
Indien	4	3	—	—	—	—
Neuseeland	4	3	3	2	0,3	0,3
Sunda-I.	—	—	4	—	—	—

Zum Vergleiche sei auch noch die Grösse der nach Karte 22 gemessenen Inlandeisbedeckung während der Diluvialzeit angegeben:

Nordamerikanisches Inlandeis	17,5	Mill. qkm
Grönländisches Inlandeis	4	„ „
Europäisches Inlandeis	8	„ „
Innerasiatische Eisbedeckung	3	„ „
Patagonisches Inlandeis	1	„ „

Die Gesamtvergletscherung betrug daher unter Ausschluss des antarktischen Gebietes etwa 35 Mill. qkm. Ermitteln lässt sich weiter die Grösse der Haupttransgressionen. Wir erhalten für diese folgende Werte:

Cenoman (unter Ausschluss Ozeaniens) . . .	52	Mill. qkm
Malm	25	„ „
Mitteldevon	36	„ „
Obersilur	16	„ „

Endlich seien noch zusammengestellt die Gesamtlandmasse ohne die Antarktis in Mill. qkm und Prozenten der Erdoberfläche, sowie der Prozentsatz des festen Landes, der auf die Norderdteile fällt.

Alluvium	135	Mill. qkm =	26 %	N. = 58 %
Diluvium	151	„ „	30 „	60 „
Pliozän	168	„ „	33 „	58 „
Miozän	160	„ „	31 „	54 „
Oligozän	146	„ „	29 „	51 „
Eozän	185	„ „	36 „	43 „
Senon	183	„ „	36 „	42 „
Cenoman	162	„ „	32 „	46 „
Neocom	174	„ „	34 „	40 „
Malm	178	„ „	35 „	39 „
Dogger	203	„ „	40 „	46 „
Lias	203	„ „	40 „	46 „
Obere Trias	209	„ „	41 „	33 „
Untere Trias	218	„ „	43 „	33 „
Oberstes Karbon . .	185	„ „	36 „	31 „
Ober-Karbon	193	„ „	38 „	29 „

Unter-Karbon	189 Mill. qkm	= 37 %	N. = 27 %
Ober-Devon	179 „ „	35 „	16 „
Unter-Devon	215 „ „	42 „	22 „
Ober-Silur	181 „ „	35 „	12 „
Unter-Silur	198 „ „	39 „	14 „
Ober-Kambrium . . .	165 „ „	32 „	23 „
Unter-Kambrium . . .	147 „ „	29 „	30 „

Selbstverständlich können diese Werte nur als eine grobe Annäherung gelten, da wir ja über den genaueren Verlauf der Küstenlinien quer über die Ozeane nichts wissen.

Nachtrag.

§ 275. **Neuere fossile Säugetiere.** Im Texte sind noch nicht durchgängig die neuesten Säugetierfunde berücksichtigt, die besonders von Ameghino in Südamerika gemacht worden sind, da deren systematische Stellung zum Teil noch zweifelhaft erscheint. Im ganzen sind sie aber nur geeignet, die in diesem Buche aufgestellten Behauptungen zu stützen. Die Dideilotheriden stellen, wenn zu den Monotremen gehörig, eine besondere Abteilung der Edentatenschicht dar, die das Gegenseitigkeitsgesetz beweist, da sie von Australien den Beutlern entgegenwanderten. Die transatlantischen Beziehungen sind verstärkt durch die Auffindung von Hyracoiden in Südamerika, sowie durch die ägyptischen Funde, von denen Moeritherium und Barytherium zu den Pyrotherien, Arsinoitherium zu den Astrapotherien gestellt werden. Wichtig ist weiterhin, dass die Condylarthren auch im südamerikanischen Eozän vertreten sind, aus dem durch Ameghino und Roth im ganzen schon 484 Arten von Säugetieren beschrieben wurden. Ferner wurden neu nachgewiesen die mit den Pachylemuriden verwandten Notopitheciden, zweifellose Tillodontier und Allotherien, welche ebenfalls zur Edentatenschicht gehören dürften, nebst verschiedenen weniger wichtigen Familien. Die früher zu den Dasyuriden gestellten Gattungen sieht man jetzt vielfach als Sparassodontier an, und deshalb könnte man vielleicht die Dasyuridenschicht lieber als Sparassodontierschicht bezeichnen. Wir geben im folgenden eine kurze Zusammenstellung der neuen Familien, bezw. der aus ihnen sich ergebenden neuen Gruppierungen, dabei die Schichten durch Zahlen andeutend; gleichzeitig nordische Familien sind durch N., gleichzeitig äthiopische durch Ae. bezeichnet, die ältesten Formationen wie in § 36.

2 Primates.
- Cebidae D.
- †Homunculidae O.
- Hapalidae.
- †Notopithecidae E.—O. (Mi?)

2 Rodentia (neu).
- †Cephalomyidae E.
- Dinomyidae.

2 Tillodontia.
- †Notostylopidae E.
- †Gephyranodontidae? Mi.

2 Ungulata.
Hyracoidea Ae.
†Acoelidae E.
†Archaeohyracidae E.—O.
†Adianthidae E.—O.
Typotheria.
†Entrachytheridae E.
†Interatheridae E.—Pl.
†Hegetotheridae E.—D.'
†Typotheridae O.—D.'
Toxodontia.
†Nesodontidae E.—Pl.
†Toxodontidae O.—D.'
Astrapotheria Ae.
†Pantostylopidae E.
†Trigonostylopidae E.
†Albertogaudryidae E.
†Astrapotheridae E.—O.
Ancylopoda.
†Isotemnidae E.
†Leontinidae E.—O.
†Homalodontotheridae E.—O.
Litopterna.
†Proterotheridae E.—Pl.
†Macrauchenidae E.—D.'
†Notohippidae E.—O.
Pyrotheria.
†Carolozittelidae E.
†Pyrotheridae Ae. E.
Condylarthra.
†Caroloameghinidae N? E?
†Periptychidae N. E.
†Pantolambdidae N. E.—O.?
†Phenacodontidae N. E.
†Selenoconidae E.
†Meniscotheridae N. E.

2 Edentata.
Dasypodidae E.
†Doedicuridae O.
†Hoplophoridae O.
†Glyptodontidae E.
†Peltephilidae E.
—
†Megatheridae O.
†Mylodontidae E.
†Megalonychidae O.
†Protobradydae E.
†Orophodontidae E.
—
†Entelopsidae O.
Bradypodidae.
†Rathymotheridae Pl.
Myrmecophagidae O.?

1 Sparassodontia.
†Borhyaenidae E.—O.
†Arminiheringidae E.
†Prothylacinidae O.
†Hathylacinidae E. O.
†Amphiproviverridae O.
†Acyonidae O.
†Notictidae? Mi.

2 Allotheria.
†Odontomysopidae E.
†Promysopidae E.
†Polymastodontidae N. O.—Mi.
†Polydolopidae E.
†Neoplagiaulacidae N. E.—O.

2b Monotremata.
†Dideilotheridae O.

Weiter seien noch zusammengestellt die Änderungen, die in den Tabellen der paläozoischen Tierwelt anzubringen wären (§ 62):

Palaeogaea:	**Beide Reiche:**	**Kaenogaea:**
Ordn.: z. S. 144.	†Prosimiae.	
—	—	—
Hyracoidea.	†Condylarthra.	†Amblypoda.
†Typotheria.		Artiodactyla.
†Toxodontia.		Perissodactyla.
†Astrapotheria.		
†Ancylopoda.		
†Litopterna.		
†Pyrotheria.		
†Proboscidea.		

Palaeogaea:	**Beide Reiche:**	**Kaenogaea:**
Fam.:	†Prosimiae (z. S. 147).	
†Notopithecidae.		†Anaptomorphidae.
		†Pachylemuridae.
	†Condylarthra (z. S. 147).	
†Selenoconidae.	†Caroloameghinidae.	†Pleuraspidotheridae.
	†Periptychidae.	†Mioclaenidae.
	†Phenacodontidae.	
	†Pantolambdidae.	
	†Meniscotheridae.	
	†Tillodontia (z. S. 147).	
†Notostylopidae.		†Tillotheridae.
†Gephyranodontidae.		†Esthonychidae.
		—
		†Conoryctidae.
		†Stylinodontidae.
	†Allotheria (z. S. 148).	
†Odontomysopidae.	†Polymastodontidae.	††Plagiaulacidae.
†Promysopidae.	†Neoplagiaulacidae.	††Microlestidae.
†Polydolopidae.	††Tritylodontidae.	

Verfasser hofft übrigens in nächster Zeit speziell für die Säugetiere den Nachweis führen zu können, dass auch ihre Verbreitung im einzelnen bis auf die Gattungen sich auf Grund der in diesem Buche dargestellten paläogeographischen Beziehungen erklären lässt. Allerdings wird diese spezielle Untersuchung in Einzelheiten zu etwas anderen Resultaten führen, d. h. die in diesem Buche aufgestellten Verbreitungstabellen werden einige unwesentliche Änderungen erfahren müssen, wie dies schon weiter oben angedeutet wurde. Verfasser möchte bereits hier einige Andeutungen geben, inwieweit sich seine Ansichten seit dem vor einem Jahre erfolgten Abschlusse dieses Manuskriptes durch spezielles Studium der Säugetierverbreitung geändert haben. Was die Verteilung der Familien auf die einzelnen Tierschichten anbelangt, so würden die meisten Änderungen bei der madagassischen Region anzubringen sein. Hier dürften die Eliurinen wie die Rhinolophiden zur Viverridenschicht zu stellen sein aus Gründen, deren Erörterung hier zu weit führen würde. Dagegen möchte ich Crocidura, den Vertreter der Soriciden, jetzt lieber zur Suidenschicht stellen. Ebenso möchte ich in der äthiopischen Region die Cricetiden der Viverridenschicht, die Erinaceiden dagegen der Antilopidenschicht zuweisen. Die relativen Zahlen werden sich also bei beiden Regionen nur unwesentlich ändern. Einige Änderungen würden auch in der Verbreitungstabelle der Säugetiere im holarktischen Gebiete (S. 262—264) anzubringen sein. So ist nach der neueren systematischen Verteilung der Arten ein nearktischer Ursprung der Caniden nicht unwahrscheinlich.

§ 276. **Oligochäten.** Die Würmer sind ihrer geographischen Verbreitung nach in vorliegendem Buche verhältnismässig kurz behandelt worden, und ihre Besprechung stützte sich hauptsächlich auf Beddards

Tiergeographie. Nur Einzelheiten aus den neueren Veröffentlichungen von Michaelsen sind darin berücksichtigt. Indessen hat dies nicht seinen Grund darin, dass Michaelsens systematische Forschungen mit unseren paläogeographischen Anschauungen sich nicht in Einklang bringen liessen, dies ist vielmehr in vorzüglichem Masse der Fall. Die Verbreitung und Differentierung seiner Oligochätenfamilien lässt sich in einfachster Weise paläogeographisch lokalisieren, worüber Verfasser ebenfalls in Kürze berichten zu können hofft[1]). Hier sei nur soviel erwähnt, dass der der Wurzel der terrikolen Oligochäten nahe stehende Notiodrilus etwa in der Trias im Südkontinente sich entwickelt haben dürfte. An ihn schliessen im Süden auf der Südatlantis und in Australien die Megascoleciden sich an, während die Criodrilinen und die aus ihnen hervorgegangenen Lumbriciden den nordischen Zweig repräsentieren, der in den Glossoscoleciden nach Süden gelangte (Edentatenschicht). Allerdings sieht man sich bei der Untersuchung der Verbreitung der Oligochäten veranlasst, die in vorliegendem Buche aufgestellten Schichten noch weiter zu gliedern, besonders die mesozoischen, wie das ja nach deren Erklärung auch ganz selbstverständlich erscheint. Es seien diese mesozoischen Oligochätenschichten hier noch hinzugefügt, da sie auch auf die Gliederung der übrigen mesozoischen Tierwelt interessante Schlüsse gestatten. Es entsprechen sich also:

I. Australische Region, Monotremenschicht	=	2 Octochaetus-Schicht: Malm.
		1 Diplotrema-Maoridrilus-Schicht: Lias.
II. Neotropische Region, Dasyuridenschicht	=	2 Ocnerodrilus-Schicht: Dogger?
		1 Chilota-Schicht: Lias.
III. Madagassische Region, Allotherienschicht	=	3 Pheretima-Schicht: Senon.
		2 Howascolex-Schicht: Malm.
		1 Maheina-Schicht: Lias.
IV. Äthiopische Region, Tritylodontidenschicht	=	2 Chilota-Schicht: Malm.
		1 Notiodrilus-Schicht: Lias.
V. Orientalische Region, Allotherienschicht	=	4 Megascolex-Pheretima-Schicht: Senon (von Australien).
		3 Perionyx-Plutellus-Schicht: Cenoman (von Australien).
		2 Octochaetus-Schicht: Lias.
		1 Moniligastriden-Schicht: Trias.
VI. Holarktische Region, Microlestesschicht	=	2 Diplocardia-Schicht: Malm von Indien.
		1 Glossoscoleciden-Schicht: Keuper.

Auch in den alttertiären Schichten lässt sich zum Teil wenigstens eine Zweiteilung aufstellen, so für die Edentatenschicht, in der wir ja schon oben eine ältere und eine jüngere Abteilung unterschieden, und in der Hyracoidenschicht. In der ersten treten deutlich auch australische Beziehungen hervor, die auf eine etwa im Cenoman erfolgte Einwanderung hinweisen.

[1]) In den Zool. Jahrb., Abt. f. Systematik usw.

Verzeichnis der zitierten Literatur, sowie der wichtigsten diesem Buche zugrunde liegenden Schriften.

---

1. Allen, J. A., The Geographical Distribution of North American Mammals. Bull. Amer. Mus. V. 4. 1892. p. 199—243.
2. Ameghino, Fl., Nuevas restos de mamíferos fósiles oligocenos recogidos por el profesor Pedro Scalabrini y pertenecientes al Museo provincial del Paraná. Bol. Ac. Nac. Cienc. Cord. T. 8. 1885. p. 5—207.
3. — Contribuciones al conocimiento de los mamíferos fósiles de los terrenos terciarios antiguos del Parana. Bol. Ac. Nac. Cienc. Cord. T. 9. 1886. p. 5—228.
4. — Los plagiaulacoideos argentinos y sus relaciones zoológicas, geológicas y geográphicas. Bol. Inst. Geogr. Arg. T. 11. 1890. p. 143—208.
5. — Enumération synoptique des espèces de mammifères fossiles des formations éocènes de Patagonie. Bol. Ac. Nac. Cienc. Cord. T. 13. 1894. p. 259—452.
6. — Les mammifères crétacés de l'Argentine. Bol. Inst. Geogr. Arg. T. 18. 1897. p. 405—521.
7. — Notices préliminaires sur les Ongulés nouveaux des Terrains crétacés de Patagonie. Bol. Ac. Nac. Cienc. Cord. T. 16. 1899. p. 349—426.
8. — Presencia de mamíferos diprotodontes en los depósitos terciarios del Parana. An. Soc. Cienc. Arg. T. 49. 1900. p. 197—206.
9. — L'âge des formations sédimentaires de Patagonie. An. Soc. Cienc. Arg. T. 50. 1900. p. 108 ff. T. 51. 1901. p. 20 ff.
10. — Notices préliminaires sur des mammifères nouveaux des terrains crétacés de Patagonie. Bol. Ac. Nac. Cienc. Cord. T. 17. 1902. p. 5—70.
11. — Première contribution à la connaissance de la faune mammologique des couches à Colpodon. Bol. Ac. Nac. Cienc. Cord. T. 17. 1902. p. 71—148.
12. — Cuadro sinóptico de las formaciones sedimentarias tereiarias y cretáceas de la Argentina en relación con el desarrollo y descendencia de los mammiferos. An. Mus. Nac. Buen. Air. 3. ser. T. 1. 1902. p. 1—12.
13. — Linea filogenetica de los Proboscideos. An. Mus. Nac. Buen. Air. 3. ser. T. 1. 1902. p. 19—43.
14. — Notas sobre algunos mamíferos fósiles nuevos ó poco conocidos del Valle de Tarija. An. Mus. Nac. Buen. Air. 3. ser. T. 1. 1902. p. 225—261.
15. — Los Diprotodontes del Orden de los Plagiaulacoideos y origen de los Roedores y de los Polymastodontes. An. Mus. Nac. Buen. Air. 3. ser. T. 2. 1903. p. 81—192.
16. — Nuevas especies de mammíferos cretáceos y terciarias de la Republica Argentina. An. Soc. Cient. Arg. T. 56. 1903. p. 193—208, T. 57. 1904. p. 162—175, 327—341. T. 58. 1904. p. 35—41, 56—71, 182—192, 225—291.

17. Ameghino, Fl., Recherches de morphologie phylogénétique sur les molaires supérieures des Ongulés. An. Mus. Nac. Buen. Air. 3. ser. T. 3. 1904. p. 1—541.
18. Arldt, Th., Über den Parallelismus der Küsten Südamerikas. Mitteilungen des Vereins für Erdkunde zu Leipzig. 1901. S. 27—93.
19. — Die Gestalt der Erde. Gerlands Beiträge zur Geophysik. Bd. 7. 1905. S. 283 bis 326.
20. — Die Grenzen der Ozeane. Geographischer Anzeiger. Bd. 6. 1905. S. 217—220.
21. — Die tiergeographischen Reiche und Regionen. Geographische Zeitschrift. Bd. 12. 1906. S. 212—222.
22. — Die Grenzen der Kontinente. Geographischer Anzeiger. Bd. 7. 1906. S. 121—125.
23. — Der Parallelismus auf der Erdoberfläche. Gerlands Beiträge zur Geophysik. Bd. 8. 1906. S. 43—59.
24. — Der Parallelismus der Inselketten Ozeaniens. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. 1906. S. 323—346, 385—404.
25. — Der Baikalsee, ein tiergeographisches Rätsel. Naturwissenschaftliche Wochenschrift. N. F. Bd. 5. 1906. S. 721—725.
26. — Die Grundgesetze des Erdreliefs. Geographische Zeitschrift. 1906. S. 568—578.
27. — Die Perioden der Erdgeschichte. Naturwissenschaftliche Rundschau. 1906. S. 659—662.
28. — Zyklen in der Erdentwicklung. Naturwissenschaftliche Wochenschrift. N. F. Bd. 6. 1907. S. 193—196.
29. — Die Grösse der alten Kontinente. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie. 1907. S. 32—44.
30. — Paläogeographisches zum Stammbaum des Menschen. Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie. Bd. 10. 1907. S. 203—215.
31. Arrhenius, Sv., On the Influence of the Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground. Phil. Mag. 5. ser. V. 41.
32. — Zur Physik des Vulkanismus. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar. 1900.
33. Baur, C. v., Das Variieren der Eidechsengattung Tropidurus auf den Galapagos-Inseln und Bemerkungen über den Ursprung der Inselgruppe. Biologisches Zentralblatt. Bd. 10. 1890.
34. — New observations on the Origin of the Galapagos Islands, with remarks on the geological age of the Pacific Ocean. Amer. Naturalist. V. 31. 1897. p. 661—680. 864—896.
35. Beddard, F. E., A Textbook of Zoogeography. Cambridge Natural Science Manuals. 1895.
36. — A Monograph of the order Oligochaeta. Oxford 1895.
37. Berdrow, H., Jahrbuch der Naturkunde. Bd. 4. 1906.
38. Berghaus, H., Physikalischer Atlas. 1892.
39. Bertrand, M., La chaîne des Alpes et de la formation du continent européen. Bull. Soc. Geol. France. 2. ser. V. 15. 1887.
40. — Bull. Soc. Geol. France. 2. ser. V. 20. 1892.
41. — Déformation tétraèdrique de la terre et déplacement du pôle. Comptes Rendus de l'Academie des Sciences. V. 130. 1900. p. 449—464.
42. Blanford, W. T., Anniversary address to the Geological Society. Proc. Geol. Soc. 1890. p. 43—110.
43. Boguslawski-Krümmel, Handbuch der Ozeanographie. I. 1884. II. 1887.
44. Boveri, Th., Ergebnisse über die Konstitution der chromatischen Substanz des Zellkerns. Jena 1905.
45. Brauer, Die arktische Subregion. Zool. Jahrb., Abt. f. Syst., Geogr. u. Biol. d. Tiere. Bd. 1. 1888.
46. Brehm, A. E., Tierleben. 3. Afl. 1890—93.

47. Brückner, E., Meer und Regen. Naturwissenschaftliche Wochenschrift. N. F. Bd. 4. 1905. S. 401—408.
48. Bütschli, O., Untersuchungen über mikroskopische Schäume und das Protoplasma. 1892.
49. Bulman, G. W., The effect of the glacial period on the fauna and flora of the British islands. Natural Science. V. 3. 1893.
50. Burckhardt, C., Traces géologiques d'un ancien continent pacifique. Revista del Museo de La Plata. V. 10. 1900.
51. Burckhardt, R., Das Problem des antarktischen Schöpfungszentrums vom Standpunkte der Ornithologie. Zool. Jahrb., Abt. f. Syst., Geogr. und Biol. d. Tiere. Bd. 15. 1902. S. 499—536.
52. Calderon, S., Das Streben zum molekularen Gleichgewicht in der Mineralwelt. Naturwissenschaftliche Wochenschrift. N. F. Bd. 6. 1907. S. 341—346. Übersetzung aus Revista de la Real Academia de Ciencias de Madrid. Bd. 4. p. 180.
53. Carpenter, Irish Naturalist. V. 4. 1895. p. 25—35.
54. — On the relationships between the classes of Arthropoda. Proc. Roy. Ir. Acad V. 24. 1903. p. 320—360.
55. Credner, H., Elemente der Geologie. 9. Afl. 1902.
56. Croll, J., Climate and time in their geological relations 4th. ed. 1890.
57. Dana, J., Characteristics of Volcanoes, with contributions of facts and principles from the Hawaian islands. 1890.
58. — Manual of geology. 4th ed. 1895.
59. Darwin, Ch., On the origin of the species by means of natural selection. 1859.
60. — The descent of man and selection in relation to sex. 1871.
61. — Coral reefs. 2th ed. 1874.
62. Darwin, G. H., On the precession of a viscous spheroid and on the remote history of the earth. Phil. Transact. Roy. Soc. V. 170. part. 2. 1879.
63. — Ebbe und Flut, sowie verwandte Erscheinungen im Sonnensystem. Deutsche Ausgabe. 1902.
64. Dreyer, Fr., Peneroplis. Eine Studie zur biologischen Morphologie und zur Speziesfrage. 1898.
65. Driesch, H., Die organischen Regulationen. Vorbereitungen zu einer Theorie des Lebens. 1901.
66. — Die Seele als elementarer Naturfaktor. 1903.
67. Drude, O., Die Florenreiche der Erde. Ergänzungsheft Nr. 74 zu Peterm. Mitteil. 1884.
68. — Handbuch der Pflanzengeographie. 1890.
69. Eckholm, N., On the variations of climate. Quart. Journ. Roy. Meteor. Soc. V. 27. 1901.
70. Emerson, B. K., The tetrahedral earth and zone of the intercontinental seas. Bull. Geol. Soc. Am. T. 11. 1900. p. 61—96.
71. Engler, A., Versuch einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt. I. 1879. II. 1882.
72. — Über floristische Verwandtschaft zwischen dem tropischen Afrika und Amerika, sowie über die Annahme eines versunkenen brasilianisch-äthiopischen Kontinents. Sitzungsber. d. k. Ak. d. Wiss. Berlin. Bd. 6. 1905.
73. Ettinghausen, C. v., Das australische Florenelement in Europa. Graz 1890.
74. — Über tertiäre Fagus-Arten der südlichen Hemisphäre. Sitzungsber. d. Math.-Naturw. Kl. d. k. Akad. d. Wiss. Bd. 101. Abt. 1. Wien 1892.
75. — Zur Theorie der Entwicklung der jetzigen Floren der Erde aus der Tertiärflora. Sitzungsber. d. Math.-naturw. Kl. d. k. Ak. d. W. Bd. 103. Abt. 1. Wien 1894. S. 303—392.
76. Evans, J., Quart. Journ. Geol. Soc. V. 32.

77. Fayod, V., Structure du protoplasma vivant. Revue générale de Botanique. T. 3. 1891.
78. Fischer, P., Manuel de Conchyologie ou histoire naturelle des mollusques vivants et fossiles. Paris 1881.
79. Fisher, O., Physics of the earth's crust. 1881.
80. Flemming, W., Beiträge zur Kenntnis der Zelle und ihrer Lebenserscheinungen. Archiv f. mikroskopische Anatomie. 1880 u. 1881.
81. Forbes, H. O., The Chatham Islands, their relation to a former southern continent. Roy. Geogr. Soc. Suppl. Papers. V. 3. London 1893.
82. Francé, R. H., Das Leben der Pflanze. Bd. 1. 1906. Bd. 2. 1907.
83. Frech, Fr., Lethaea geognostica. Abt. I. Lethaea palaeozoica. Bd. 2. 1897—1902.
84. — Abt. III. Lethaea Kaenozoica. Bd. 2. 1904. Flora und Fauna des Quartär. S. 1—41.
85. — Die wichtigsten Ergebnisse der Erdgeschichte. Geographische Zeitschrift. Bd. 11. 1905. S. 134—145.
86. Fritsch u. Reiss, Geologische Beschreibung der Insel Teneriffa. 1868.
87. Fürbringer, M. K., Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel. 1888.
88. Gadow, H. Fr., Amphibia and reptiles. London 1902.
89. — The origin of the Mammalia. Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie. Bd. 4. 1902. S. 345—364.
90. Geikie, A., The great Ice-age and its relation to the antiquity of man. 3rd ed. London 1894.
91. Geinitz, E., Das Quartär Nordeuropas. Lethaea geognostica. III. Kaenozoikum. Bd. 2. 1904. S. 42—426.
92. Graetz, L., Kompendium der Physik. 2. Afl. 1895.
93. Green, W. L., On the cause of the pyramidal form of the outline of southern extremities of the great continents and peninsulas of the globe. New Philos. Journ. V. 6. Edinburgh 1857.
94. — Vestiges of the molten globe as exhibited in the figure of the earth's volcanic action and physiography. Part I. London 1875.
95. — Id. Part II. The earth's surface features and volcanic phenomena. Honolulu 1887.
96. Gregory, J. W., Contribution to the palaeontology and physical geology of the West Indies. Quart. Journ. Geol. Soc. V. 51. 1895.
97. — The plan of the earth and its causes. Geographical Journal 1899. p. 225—251.
98. — The plan of the earth. American Geologist. T. 27. 1901. p. 100—119, 134—147.
99. Grobben, K., Zur Kenntnis der Morphologie, der Verwandtschaftsverhältnisse und des Systems der Mollusken. Sitzungsber. d. k. Ak. d. W. Bd. 103. 1. Abt. Wien 1894. S. 61—86.
100. Günther, S., Handbuch der mathematischen Geographie. Stuttgart 1890.
101. — Lehrbuch der physikalischen Geographie. Stuttgart 1891.
102. — Handbuch der Geophysik. 2. Afl. Stuttgart. I. 1897. II. 1899.
103. — Grundlehre der mathematischen Geographie und elementaren Astronomie. 5. Afl. München 1900.
104. — Physische Geographie. 3. Afl. Leipzig 1905.
105. Guppy, The Salomon islands and their natives. London 1887.
106. Haacke, W., Die Schöpfung der Tierwelt. Leipzig 1893.
107. Haeckel, E., Generelle Morphologie der Organismen. Berlin 1866.
108. — Anthropogenie oder Entwicklungsgeschichte des Menschen. 4. Afl. Leipzig 1894.
109. — Systematische Phylogenie. Berlin. I. 1894. II. 1896. III. 1895.
110. — Über unsere gegenwärtige Kenntnis vom Ursprung des Menschen. Bonn 1898.
111. — Natürliche Schöpfungsgeschichte. 10. Afl. Berlin 1902.
112. Hahn, Fr., Untersuchungen über das Aufsteigen und Sinken der Küsten. Leipzig 1879.

64. ... Spe...
65. ... des ...
66. — D...
67. Dru...
68. — Ha...
69. Eck...
V. 27.
70. Emer...
Bull. G...
71. Engler...

... Anstalten ...
... geologische Zeit...

r., Grundzüge der Geologie des unteren Amazonasgebietes. Leipzig 1903.
, H., Die Stellung des Menschen in der Reihe der Säugetiere, speziell
ıten, und der Modus seiner Heranbildung aus einer niederen Form.
d. 76. 1899.
ssilen Knochenreste des Menschen und ihre Bedeutung für das Abstam-
›blem. Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte. Bd. 9. 1900.
ehung und Entwicklung des Menschengeschlechts. Weltall und Mensch-
l. 2. 1902.
t, W., Die geographische Verteilung der Mollusken. Abh. d. Senckenberg. Ges. 1874—76. Jahrb. d. malakolog. Ges. 1878—1880.
Fauna der atlantischen Inseln. Nachrichtenblatt d. d. malakol. Ges. Bd. 19.

s Verhältnis der europäischen Landmolluskenfauna zur westindisch-zentral-
kanischen. Nachrichtenbl. d. d. malakol. Ges. Bd. 19. 1887.
ogeographie und Erdgeschichte. Gäa. Bd. 30. 1894. S. 83—93.
ie Molluskenfauna der makaronesischen Inseln. Jahrb. d. nass. Vereins f.
rkunde. Bd. 49. 1896.
)ie zoogeographische Stellung der Insel St. Helena. Geogr. Zeitschr. Bd. 2.
).
Studien zur Zoogeographie. I. Die Mollusken der paläarktischen Region.
.esbaden 1897.
Studien zur Zoogeographie. II. Die Fauna der meridionalen Subregion. Wies-
.den 1898.
Die Verbreitung der Tierwelt. Leipzig 1903.
– Die geographische Verbreitung der Mollusken in dem paläarktischen Gebiet.
'konographie der Land- und Süsswassermollusken. N. F. Bd. 11. 1904.
Koch, Geographische Verbreitung der Spinnen. Verh. d. Ges. deutscher Naturforscher und Ärzte zu Nürnberg. Bd. II, 1. Leipzig 1894. S. 134—140.
Koken, E., Die Vorwelt und ihre Entwicklungsgeschichte. Leipzig 1893.
. — Paläontologie und Deszendenztheorie. Jena 1903.
. Kreichgauer, D., Die Äquatorfrage in der Geologie. Steyl 1902.
2. Kunstler, E., Recherches sur la morphologie des Flagellés. Bull. Scientifique Franc. et Belg. 3. ser. Paris 1889.
63. Kuntze, O., Phytogeogenesis. Leipzig 1884.
64. Lamarck, J. de, Philosophie zoologique. 1809.
165. Lapparent, A. de, Leçons de Géographie physique. 1896.
166. — La Nature. Zitiert nach Nature. T. 56. 1897. p. 36.
167. — Traité de géologie. 4. éd. 1900. 5. éd. 1906.
168. — Sur la symétrie tétraèdrique du globe terrestre. Comptes Rendus. V. 130. 1900. p. 614—619.
169. — Note sur l'évolution paléographique du globe. Bull. Soc. Géol. France. 4. sér. V. 5. 1906. p. 660—669.
170. Legahn, A., Physiologische Chemie. Leipzig 1905.
171. Lepsius, C. G., Geologie von Deutschland und den angrenzenden Gebieten. II. Teil. Das östliche und nördliche Deutschland. 1. Lief. Leipzig 1903.
172. Levy, M., Sur la coordination et la répartition des fractures et des éffondrements de l'écorce terrestre en relation avec l'épanchement volcanique. Bull. Soc. Géol. France. V. 26. 1898. p. 105—121.
173. Ligondés, Du, Sur la variation de la densité à l'intérieur de la Terre. Comptes Rendus. V. 128. 1899. p. 160—162.
174. Lydekker, R., A geographical history of mammals. Cambridge 1896.
175. — Die geographische Verbreitung und geologische Entwicklung der Sä-
Deutsche Ausgabe. 2. Afl. 1901.

176. Maas, O., Streitfragen der Tiergeographie. Geographische Zeitschrift. Bd. 8. 1902. S. 121—140.
177. Marchi, L. de, La cause dell' era glaciale. Pavia 1895.
178. Matschie, P., Geographische Fragen aus der Säugetierkunde. Verh. d. Ges. f. Erdkunde. Berlin. Bd. 23. 1896. S 247—249.
179. — Die Verbreitung der Säugetiere. Der Mensch und die Erde. Bd. I. 1906. S. 79—164.
180. Mello, C. de, Les lois de la géographie. Berlin 1902.
181. Meunier, St., Observations sur les pôles orogéniques. Comptes Rendus. V. 134. 1902.
182. Michaelsen, W., Die Oligochätenfauna des Baikalsee. Verh. d. naturw. Ver. Hamburg. 3. F. Bd. 9. 1902. S. 43—60.
183. — Die Fauna des Baikalsee. Verh. d. naturw. Ver. Hamburg. 3. F. Bd. 9. 1902.
184. — Die geographische Verbreitung der Oligochäten. Berlin 1903.
185. — Die Oligochäten des Baikalsees. Ergebnisse einer zoologischen Expedition nach dem Baikalsee v. Prof. Korotneff. 1900—1902. 1. Lief. Berlin 1905.
186. Migula, W., Die Pflanzenwelt der Gewässer. Leipzig 1903.
187. Moebius, A. F., Astronomie. 9. Aufl., bearb. von W. F. Wislicenus. Leipzig 1900.
188. Moebius, K. A., Die Artbegriffe und ihr Verhältnis zur Abstammungslehre. Zool. Jahrb. Bd. 1. 1886.
189. Moebius, M., Beiträge zur Lehre von der Fortpflanzung der Gewächse. Jena 1897.
190. — Der Stammbaum des Pflanzenreichs. Naturwissensch. Wochenschrift. N. F. Bd. 6. 1907. S. 401—410, 417—422.
191. Moijsisovics, E. v., Die Cephalopoden der mediterranen Triasprovinz. Abh. d. k. k. Reichsanstalt. Wien. Bd. 10. 1882.
192. Moreno, Fr., Note on the discovery of Miolania and of Glossotherium in Patagonia. Geol. Mag. V. 6. 1899.
193. Murray, On the geographical relations of the coleoptera of Old-Calabar. Transact. Linn. Soc. V. 23. 1863.
194. — The geographical distribution of mammals. London 1866.
195. Nansen, Fr., In Nacht und Eis. 1897.
196. Nathorst, A., Fossile Flora Japans. Paläontologische Abhandlungen. IV, 3. 1888.
197. Naumann, K. F., Lehrbuch der Geognosie. 2. Aufl. Leipzig 1857—72.
198. Nehring, A., Sitzungsber. d. naturf. Freunde. Berlin 1882.
199. — Zoologischer Garten. 1885.
200. Neumayr, M., Jahrbuch d. geol. Reichsanstalt. Wien. Bd. 28. 1878. S. 37.
201. — Die geographische Verbreitung der Juraformation. Denkschriften der k. Ak. d. Wiss. Math. naturw. Kl. Bd. 50. 1885. S. 57—142.
202. — Erdgeschichte. 1. Afl. I. 1886. II. 1887. 2. Afl. 1895.
203. Nierstrass, H. F., Chitonen aus der Kapkolonie und Natal. Zool. Jahrb. Abt. f. Syst. Geogr. und Biol. d. Tiere. Bd. 23. 1905. S. 487—520.
204. Nordenskiöld, A. E. v., Grönland. 1886.
205. Nutall, Bloodimmunity and bloodrelationship. Cambridge 1904.
206. Ortmann, A., Grundzüge der marinen Tiergeographie. 1896.
207. Osborn, H. F., Correlation between tertiary mammal horizons of Europe and America. Ann. New York Acad. Science. V. 13. 1900.
208. Palacky, J., Über neue Resultate der Verbreitung der Reptilien. Verh. d. Ges. d. Naturf. u. Ärzte. Nürnberg. 1893. Bd. II, 1. Leipzig 1894. S. 129—133.
209. — La distribution des Ophidiens sur le globe. Mém. Soc. Zool. Paris 1898.
210. — Die Verbreitung der Batrachier auf der Erde. Verh. d. k. k. zool. bot. Ges. Wien 1898. S. 374—382.
211. — Über die Verbreitung der Salamandriden. Sitzungsber. d. k. böhm. Ges. d. Wissensch. 1898.

212. Palacky, J., Die Verbreitung der Meeressäugetiere. Zool. Jahrb. Abt. f. Syst. Geogr. und Biol. d. Tiere. Bd. 15. 1902. S. 249—266.
213. — La distribution géographique des rongeurs sur le globe. Prag 1904.
214. Paroche, J., Mem. Soc. Arch. et Hist. Nat. de la Manche. V. 7. 1866.
215. Partsch, J., Die Eiszeit in den Gebirgen Europas zwischen dem nordischen und dem alpinen Eisgebiete. Geogr. Zeitschrift. Bd. 10. 1904. S. 657—665.
216. Penck, A., Die Eiszeiten Australiens. Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde Berlin. Bd. 35. 1900. S. 239—271.
217. — Das Klima Europas während der Eiszeit. Naturwissensch. Wochenschr. N. F. Bd. 4. 1905. S. 593—597.
218. Peschel, O., Neue Probleme der vergleichenden Erdkunde. 1878.
219. Pocock, The geographical distribution of the Arachnida of the orders Pedipalpi and Solifugae. Nat. Sc. 1899.
220. Potonié, H., Lehrbuch der Pflanzenpaläontologie. 1897.
221. Preston, H., Report on the study of the earth's figure by means of pendulam. Am. Journ. Science. ser. 3. T. 12. p. 451.
222. Prinz, W., Sur les similitudes que présentent les cartes terrestres et planétaires (Torsion apparent des planètes.) Annuaire astr. Obs. Roy. Belg. Bruxelles 1891.
223. — L'hypothèse de la déformation tétraèdrique de la terre de W. Lowthian Green et de ses successeurs. Ann. astr. Obs. Roy. Belg. Bruxelles 1902. p. 277—308.
224. Reibisch, P., Ein Gestaltungsprinzip der Erde. Mitteil. d. Ver. f. Erdkunde, Dresden. 1905. S. 39—53.
225. Reichenow, A., Die Begrenzung der zoologischen Regionen vom ornithologischen Standpunkte aus. Zool. Jahrb. 1888.
226. Reinhertz, Geodäsie. Leipzig 1899.
227. Reinke, J., Theoretische Biologie. 1901.
228. Reiter, Die Südpolarfrage und ihre Bedeutung für die genetische Gliederung der Erdoberfläche. Kettlers Zeitschrift für wissenschaftliche Geographie. Bd. 6. Weimar 1887. S. 1—30. 89—90.
229. Richthofen, F. v., Gestalt und Gliederung einer Grundlinie in der Morphologie Ostasiens. Sitzungsber. d. k. preuss. Ak. d. W. Berlin. phys. math. Kl. 1900. Heft 40.
230. — Gestalt und Gliederung der ostasiatischen Küstenbogen. Sitzber. d. k. preuss. Ak. d. W. Berlin. phys. math. Kl. 1901. Heft 36.
231. — Die morphologische Stellung von Formosa und den Riukiu-Inseln. Sitzber. d. k. pr. A. d. W. ph. math. Kl. 1902. Heft 40.
232. — Über Gebirgskettungen in Ostasien mit Ausschluss von Japan. Sitzber. d. k. pr. A. d. W. ph. math. Kl. 1903. Heft 40.
233. — Gebirgskettungen im japanischen Bogen. Sitzber. d. k. pr. A. d. W. ph. math. Kl. 1903. Heft 40.
234. — Das Meer und die Kunde vom Meer. Berlin 1904.
235. Roemer, F., Lethaea geognostica, Abt. I. Lethaea palaeozoica. Bd. 1. 1883.
236. Ross, J. Cl., A voyage of discovery and research in the southern and antarctic regions. London 1847.
237. Roth, J. L. A., Allgemeine und chemische Geologie. Berlin 1859.
238. Rudolphi, M., Allgemeine und physikalische Chemie. Leipzig 1900.
239. Sacco, F., Essai sur l'orogénie de la terre. Turin 1895.
240. — Les lois fondamentales de l'orogénie de la terre. Turin 1906.
241. Sarasin, F., Über die geologische Geschichte des malayischen Archipels auf Grund der Tierverbreitung. Chur 1900.
242. Sarasin, P. u. F., Die Weddas von Ceylon und die sie umgebenden Völkerschaften. Ergebnisse naturwissenschaftlicher Forschungen auf Ceylon in den Jahren 1884—86. Bd. 3. Wiesbaden 1892/93.

243. Sarasin, P. u. F., Über die mutmassliche Ursache der Eiszeit. Verh. d. naturf. Gesellschaft. Basel. Bd. 13. 1901. S. 603—615.
244. — Über die geologische Geschichte der Insel Celebes auf Grund der Tierverbreitung. Materialien zur Naturgeschichte der Insel Celebes. Bd. 3. Wiesbaden 1901.
245. — Reisen in Celebes, ausgeführt in den Jahren 1893—96 und 1902—03. Wiesbaden 1905.
246. Sauer, A., Mineralogie und Kristallographie. Stuttgart 1907.
247. Scharff, R. F., On the origin of the Irish land- and freshwater-fauna. Proc. Roy. Ir. Acad. 3. ser. V. 3. 1894. p. 479—485.
248. — Some remarks on the Atlantis problem. Proc. Roy. Ir. Acad. V. 24. sect. B. 1902. p. 268—302.
249. Schlosser, M., Die Nager des europäischen Tertiärs nebst Betrachtungen über die Organisation und die geschichtliche Entwicklung der Nager überhaupt. Palaeontographica, Beiträge zur Naturgeschichte der Vorzeit. Bd. 31. Kassel 1885. S. 19—162, 323—330.
250. — Über Tullbergs System der Nagetiere nebst Bemerkungen über die fossilen Nager und die während des Tertiärs existierenden Landverbindungen. Zentralblatt f. Min. Geol. u. Paläont. 1902. S. 705—713, 737—748.
251. Schmidt, O., Metalloide. Leipzig 1904.
252. Schoetensack, O., Die Bedeutung Australiens für die Heranbildung des Menschen aus einer niederen Form. Verh. d. naturh. medizin. Vereins zu Heidelberg. N. F. Bd. 7. 1902. S. 105—138.
253. Schott, G., Physische Meereskunde. Leipzig 1903.
254. Schwalbe, G., Studien über den Pithecanthropus erectus. Zeitschrift für Morph. und Anthrop. Bd. 1. 1890.
255. — Die Vorgeschichte des Menschen. Braunschweig 1904.
256. — Studien zur Vorgeschichte des Menschen. Zeitschr. f. Morph. u. Anthrop. Bd. 17. 1906.
257. Sclater, P. L., On the general geographical distribution of the members of the class Aves. Journ. Linn. Soc. Zool. V. 2. 1858. p. 130—145.
258. — The geographical distribution of Mammals. Manchester Sciences Lectures. ser. 5—6. 1874. p. 202—219.
259. Sievers-Kükenthal, Australien, Ozeanien und Polarländer. 2. Aufl. 1902.
260. Simroth, H., Die Nacktschnecken der portugiesischen und azorischen Fauna. Nova acta d. d. Akad. d. Naturf. Bd. 56. 1891.
261. — Tierbiologie. Leipzig 1901.
262. Smith-Woodward, On some extinct reptiles of Patagonia. Proc. Zool. Soc. London 1901.
263. Steindachner, Fr., Ichthyologische Beiträge. Sitzber. d. k. Ak. d. W. Wien. Math. Naturw. Kl. Bd. 103. Abt. 1. 1894.
264. Steinmann, G., Paläontologie und Abstammungslehre am Ende des Jahrhunderts. Freiburg i. Br. 1899.
265. Stoll, O., Zur Zoogeographie der landbewohnenden Wirbellosen. Berlin 1897.
266. Stratz, C. H., Zur Abstammung des Menschen. Stuttgart 1906.
267. Stromer, E., Afrika als Entstehungszentrum für Säugetiere. Monatsber. d. geol. Ges. Berlin 1903. S. 61—67.
268. Stübel, A., Die Vulkanberge von Ecuador. Berlin 1897.
269. — Über den Sitz der vulkanischen Kräfte in der Gegenwart. Berlin 1901.
270. Suess, E., Das Antlitz der Erde. I. Die Bewegungen in dem äusseren Felsgerüste der Erde und die Gebirge der Erde. Leipzig 1885. 2. Aufl. 1892.
271. — Das Antlitz der Erde. II. Die Meere der Erde. Leipzig 1888.
272. — Über die Asymmetrie der nördlichen Halbkugel. Sitzber. d. k. Ak. d. W. Wien. Math. naturw. Kl. Bd. 107. Abt. 1. 1898. S. 89—102.
273. — Das Antlitz der Erde. III a. Leipzig 1901.

274. Taylor, W. P., Crumpling of the earth's crust. Amer. Journ. Scienc. 3rd ser. T. 30. 1895.
275. Thoroddsen, Th., Die Bruchlinien Islands und ihre Beziehungen zu den Vulkanen. Peterm. Mitt. 1905. S. 49—53.
276. Trabert, W., Meteorologie. Leipzig 1901.
277. Trouessart, E., Catalogus Mammalium, I. II. 1899. III. 1905.
278. Tullberg, T., Über das System der Nagetiere. Eine phylogenetische Studie. Nova Acta Regiae Soc. Scientiarum Upsaliensis ser. 3. V. 18. 1899. sect. med. et hist. nat. S. 1—514.
279. Upham, W., Die Zeitdauer der geologischen Epochen. Gäa. Bd. 30. 1894. S. 618—624.
280. Vanhöffen, E., Die Tierwelt des Südpolargebietes. Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde. Berlin 1904. S. 362—370.
281. Vries, H. de, Die Mutationen und die Mutationsperiode bei der Entstehung der Arten. Leipzig 1901.
282. — Die Mutationstheorie. Versuche und Beobachtungen über die Entstehung der Arten im Pflanzenreich. Bd. I. Die Entstehung der Arten durch Mutation. 1901.
283. — Die Mutationstheorie. Bd. II. Die Bastardierung. 1902.
284. Wägler, K., Die geographische Verbreitung der Vulkane. Mitt. d. Ver. f. Erdk. Leipzig 1901. S. 1—26.
285. Wagner, M., Die Darwinsche Theorie und das Migrationsgesetz der Organismen. Leipzig 1868.
286. — Über den Einfluss der geographischen Isolierung und Kolonialbildung auf die morphologischen Veränderungen der Organismen. München 1871.
287. — Die Entstehung der Arten durch räumliche Sonderung. 1889.
288. Wallace, A. R., Contributions to the theory of the natural selection. 3rd ed. London 1871.
289. — The geographical distribution of animals. London 1876.
290. — Die geographische Verbreitung der Tiere. Deutsche Ausgabe. Dresden 1876.
291. — Island life or the phenomena or causes of insular faunas and floras including a revision and attempted solution of the problem of geological climates. London 1880.
292. — The Malay Archipelago. London 1894.
293. — The Palaearctic and Nearctic regions compared as regards the families and genera of their mammalia and birds. Natural Science V. 4. 1894. p. 433—445.
294. — Studies scientifical and social. London 1900.
295. — The coleoptera of Madeira as illustrating the origin of insular faunas. 1900.
296. Weber, M., Der indoaustralische Archipel und die Geschichte seiner Tierwelt. Verh. d. Ges. d. Naturf. u. Ärzte zu Karlsbad 1902. I. Teil. Leipzig 1903. S. 51—62.
297. Werner, Fr., Prodromus einer Monographie der Chamäleonten. Zool. Jahrb., Abt. f. Syst., Geogr. u. Biol. d. Tiere. Bd. 15. 1902. S. 295—460.
298. Wettstein, R. v., Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse betreffend die Neubildung von Formen im Pflanzenreich. Berichte d. deutsch. bot. Gesellsch. Bd. 18. 1900.
299. — Der Neulamarckismus und seine Beziehungen zum Darwinismus. Jena 1903.
300. Wislicenus, W. F., Astrophysik. Leipzig 1899.
301. Wollaston, Testacea atlantica, London 1878.
302. Zittel, K. A. v., Handbuch der Paläontologie. 1. Abt. Paläozoologie. I. 1876—1880. II. 1887. III. 1890. IV. 1894.
303. — Die geologische Entwicklung, Herkunft und Verbreitung der Säugetiere. Sitzber. d. k. bayr. Ak. d. W. München. Bd. 23. 1894. S. 137—198.
304. Zittel-Schenk-Schimper, Handbuch der Paläontologie. 2. Abt. Paläophytologie. 1890.

Autoren-Register.

O.

P.

R.

S.

T.

U.

V.

W.

Z.

Tier- und Pflanzen-Register[1]).

Kreise, Klassen, Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten.

A.

---

1) Aus diesem Register ist zugleich die dem Buche zugrunde gelegte Systematik ersichtlich.

B.

C.

D.

G.

H.

M.

O.

P.

S.

U.

Orts- und Sach-Register[1]).

Topographische Namen. Mineralien und Gesteine. Geologische Abteilungen.

A.

1) Kontinente und Formationen sind nicht erschöpfend aufgezählt.

B.

C.

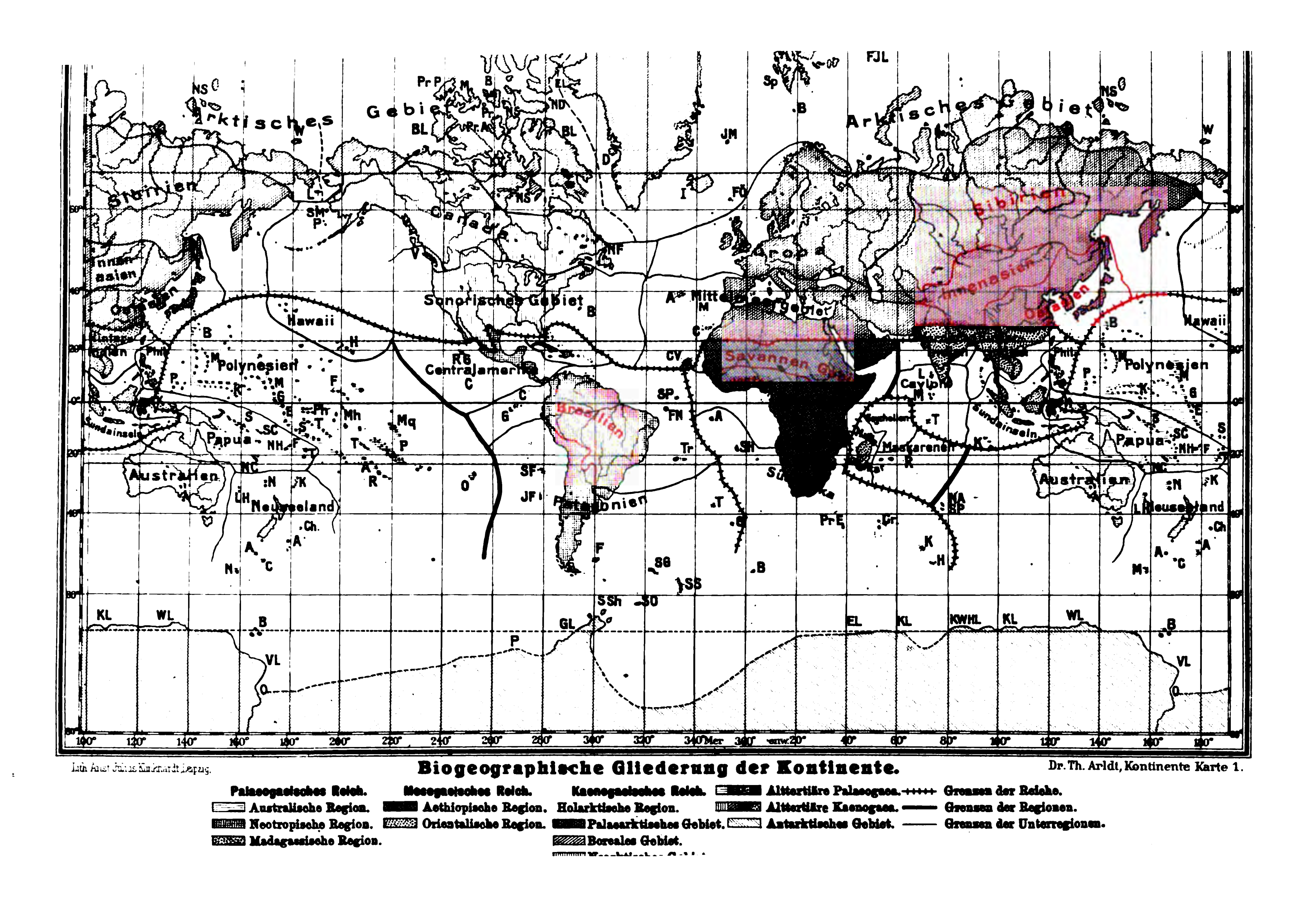
D.

F.

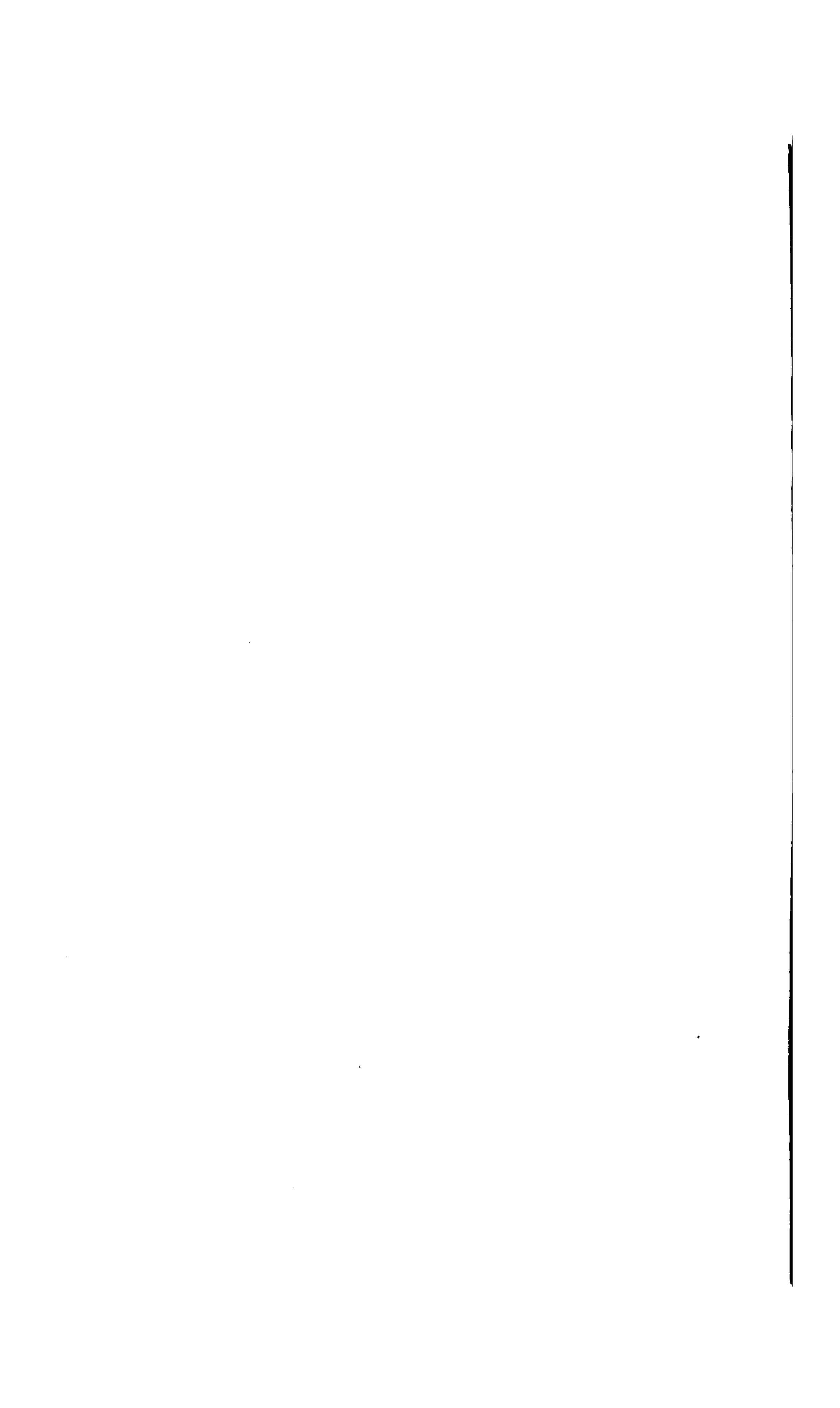
T.

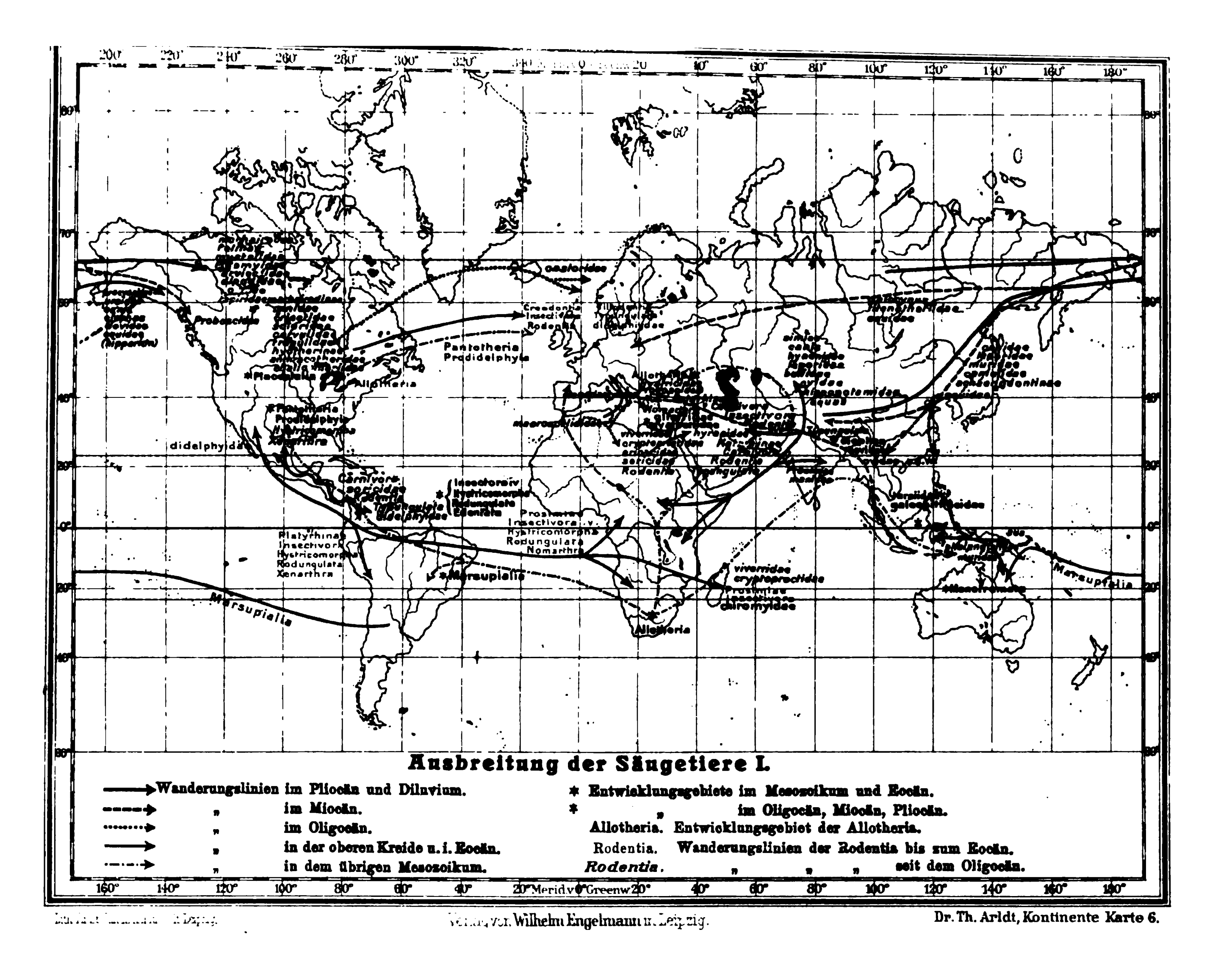
Addenda et Corrigenda.

S. 38 Z. 16 von unten lies: Squalodontidae statt Squalodentidae.
S. 43 Z. 1 von oben lies: Charadriiformes statt Charadrii ormes.
Z. 19 von oben lies: zwischen Dromaeidae und Apterygidae *Apteryges.
S. 48 Z. 4 von unten lies: Amazonasgebiet statt Amazonesgebiet.
S. 64 Z. 21 von oben lies: Araucarien statt Aeraucarien.
S. 69 Z. 23 von unten lies: Cycladiden statt Cycladiten.
S. 83 Z. 12 von unten lies: Adrastotheriidae statt Adratotheriidae.
S. 85 Z. 17 und 23 von unten lies: Rakenvögel statt Rabenvögel.
S. 98 Z. 16 von oben und S. 127 Z. 18 von unten lies: Potamochoerus statt Phacochoerus; entsprechende Änderung auch im Register S. 672 bezw. 675.
S. 121 Z. 21 von oben ist *Eliurinae einzurücken.
S. 155 Z. 26 von oben lies: Hydrochelidon statt Hydrochdidon.
S. 160 Z. 9 von unten lies: Daudebardia statt Dandebardia.
S. 227 Z. 6 von unten lies: Hydrarachnidae statt Hydrachnidae.
S. 253 Z. 5 von unten fehlt | zwischen Macrotherium und Chalicotherium.
S. 259 Z. 3 von unten fehlt | zwischen Achaenodon und Cebochoerus.
S. 523 Z. 1 von oben lies: Fairbairn statt Fairburn.
S. 545 Zitat 1) gehört zu S. 544, Z. 11 von unten zu Credner.
S. 611 Z. 1 von oben lies: Arctopitheca statt Arcopitheca.
S. 619 Z. 23 von oben lies: Hathlyacinidae statt Hathylacinidae.
S. 625 fehlt 106a Haas, H., Der Vulkan. Berlin 1903.
S. 629 fehlt 215a Penck, A., Morphologie der Erdoberfläche. Stuttgart 1894.
218a Pickering, W. H., The place of origin of the Moon — The volcanic problem. Journ. of Geol. Bd. 15. 1905. p. 23—38.
218b Plate, L., Über Zyklostomen der südlichen Halbkugel. Tagebl. v. 5. internat. Zool. Kongress. Berlin 1901.
Karte 1. 40° N. 100° O. lies: Innerasien statt Innenasien.
Karte 6. 20° N. 320° O. lies: Insectivora:W statt Insectora IV.
60° N. 100° O. lies: galecynus statt galocynus.
Karte 11. 10° S. 180° O. muss der Zug von den Gilbert-Inseln über die Ellice- nach den Samoa-Inseln gehen, die Osthälfte des nördlichen, die Westhälfte des südlichen Zuges sind selbständig.
Fig. 17 lies: zwischen Karbon und Devon 2,9 statt 2,5.
Karte 14. 60° N. 100° O. lies: Sibirisches statt Sibrisches.
Karte 22. 40° N. 100° O. lies: Kuenlun statt Kuenlan.



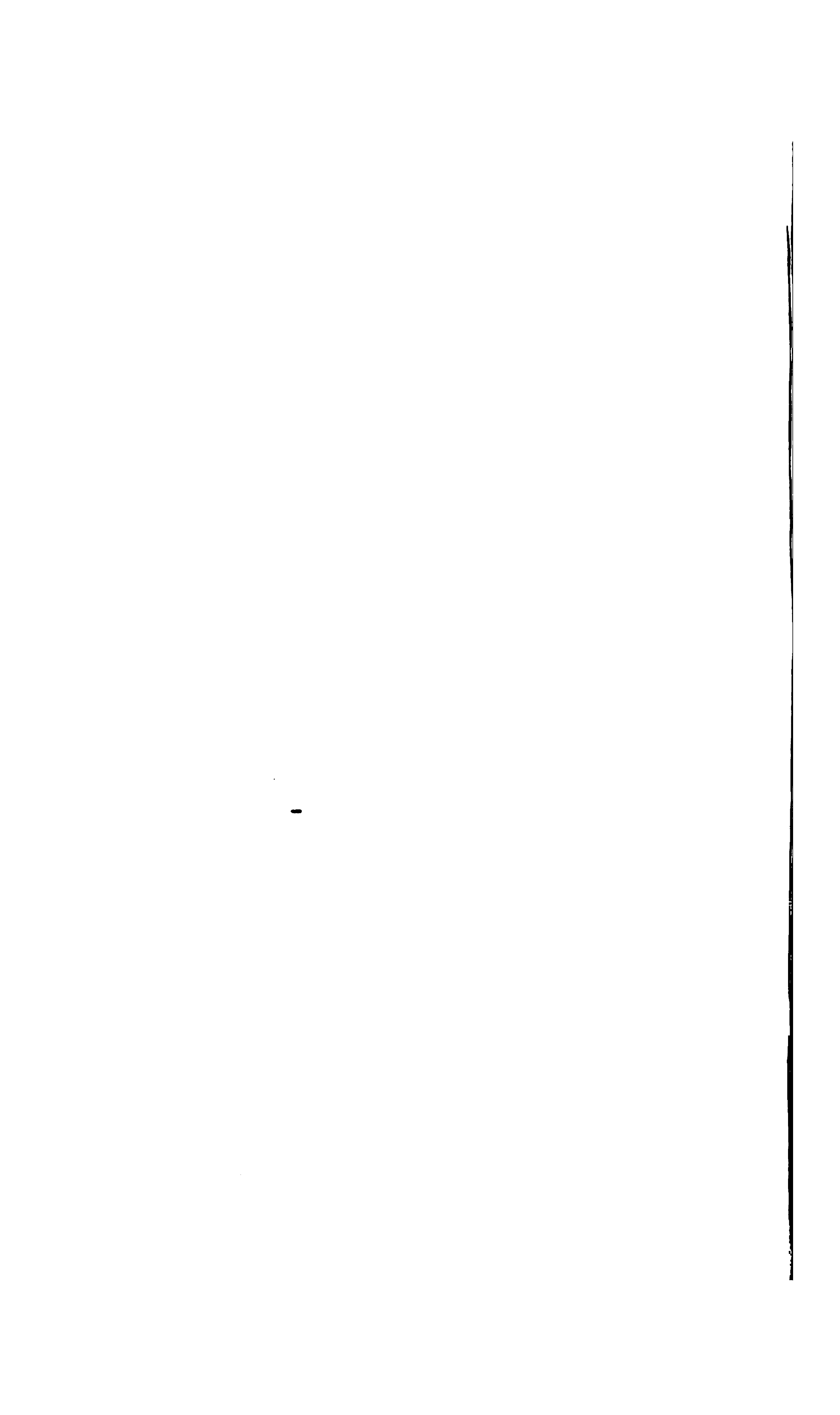
Arktisches Gebiet
Sibirien
Innenasien
Ostasien
Canada
Sonorisches Gebiet
Europa
Mittelmeergebiet
Savannen Gebiet
Centralamerika
Polynesien
Hawaii
Papua
Australien
Neuseeland
Sundainseln
Brasilien
Patagonien
Maskarenen
Ceylon
Lith. Anst. Julius Klinkhardt, Leipzig.
Biogeographische Gliederung der Kontinente.
Dr. Th. Arldt, Kontinente Karte 1.
Palaeogaeisches Reich.
Australische Region.
Neotropische Region.
Madagassische Region.
Mesogaeisches Reich.
Aethiopische Region.
Orientalische Region.
Kaenogaeisches Reich.
Holarktische Region.
Palaearktisches Gebiet.
Boreales Gebiet.
Alttertiäre Palaeogaea.
Alttertiäre Kaenogaea.
Antarktisches Gebiet.
Grenzen der Reiche.
Grenzen der Regionen.
Grenzen der Unterregionen.

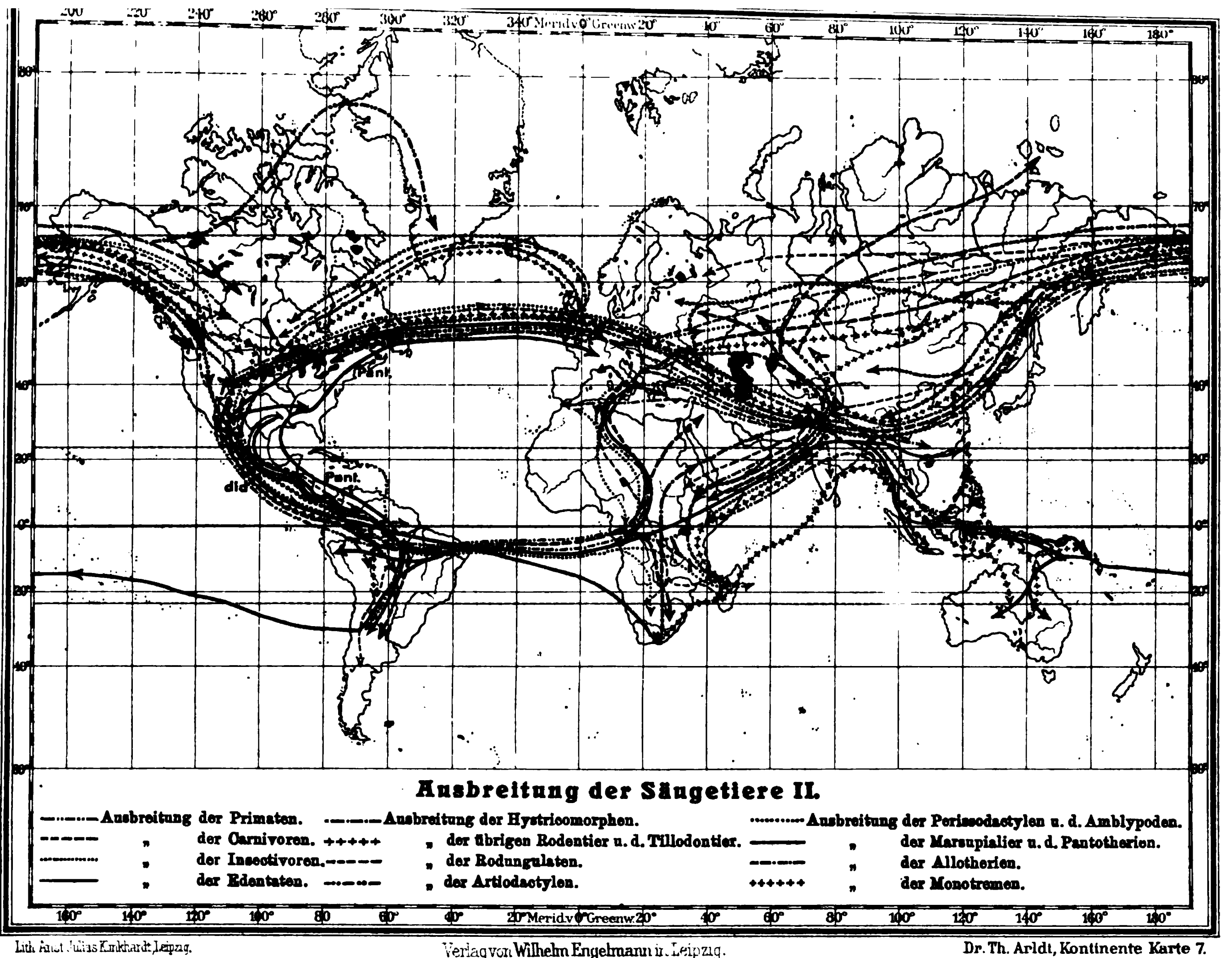




Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig.

Dr. Th. Arldt, Kontinente Karte 6.

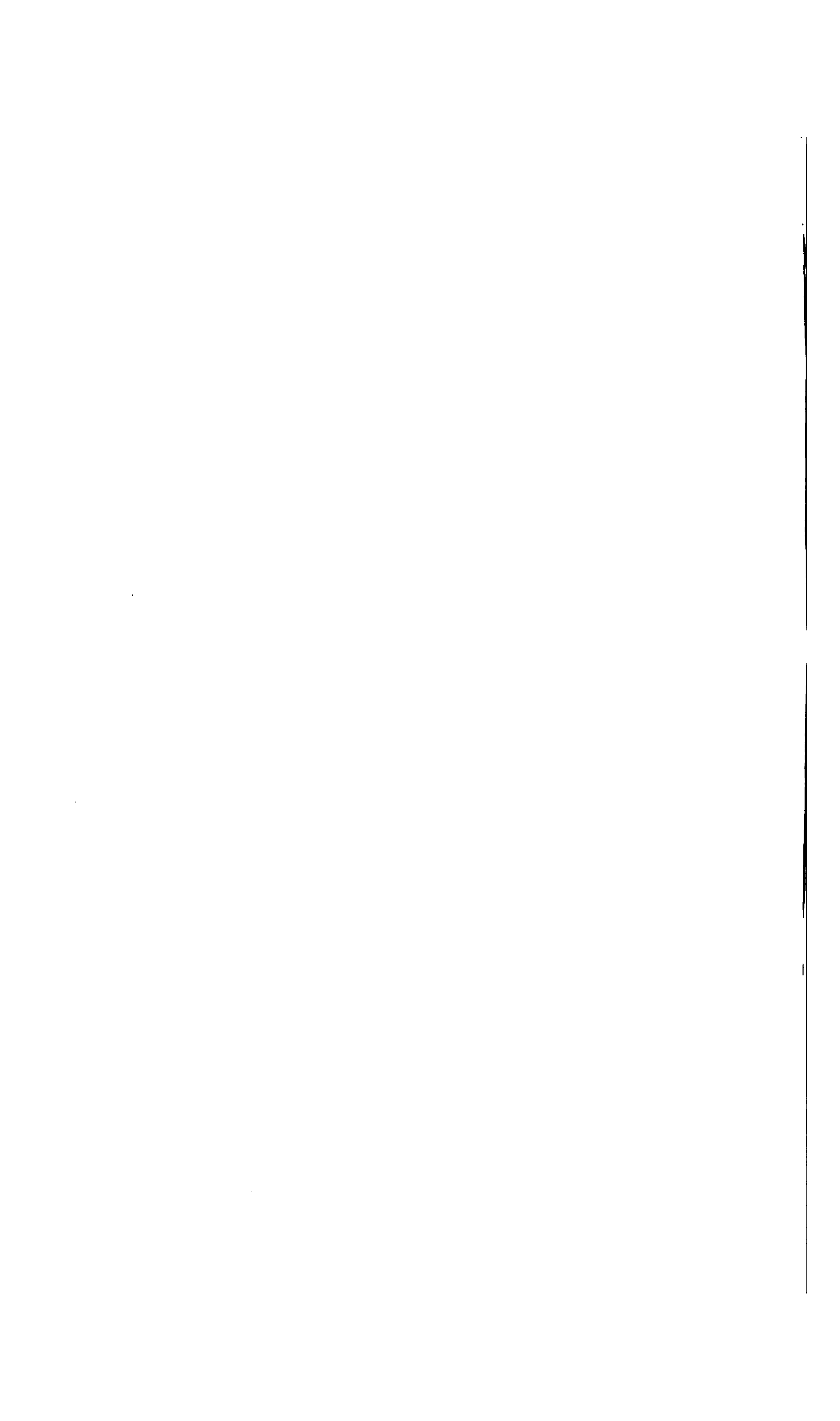


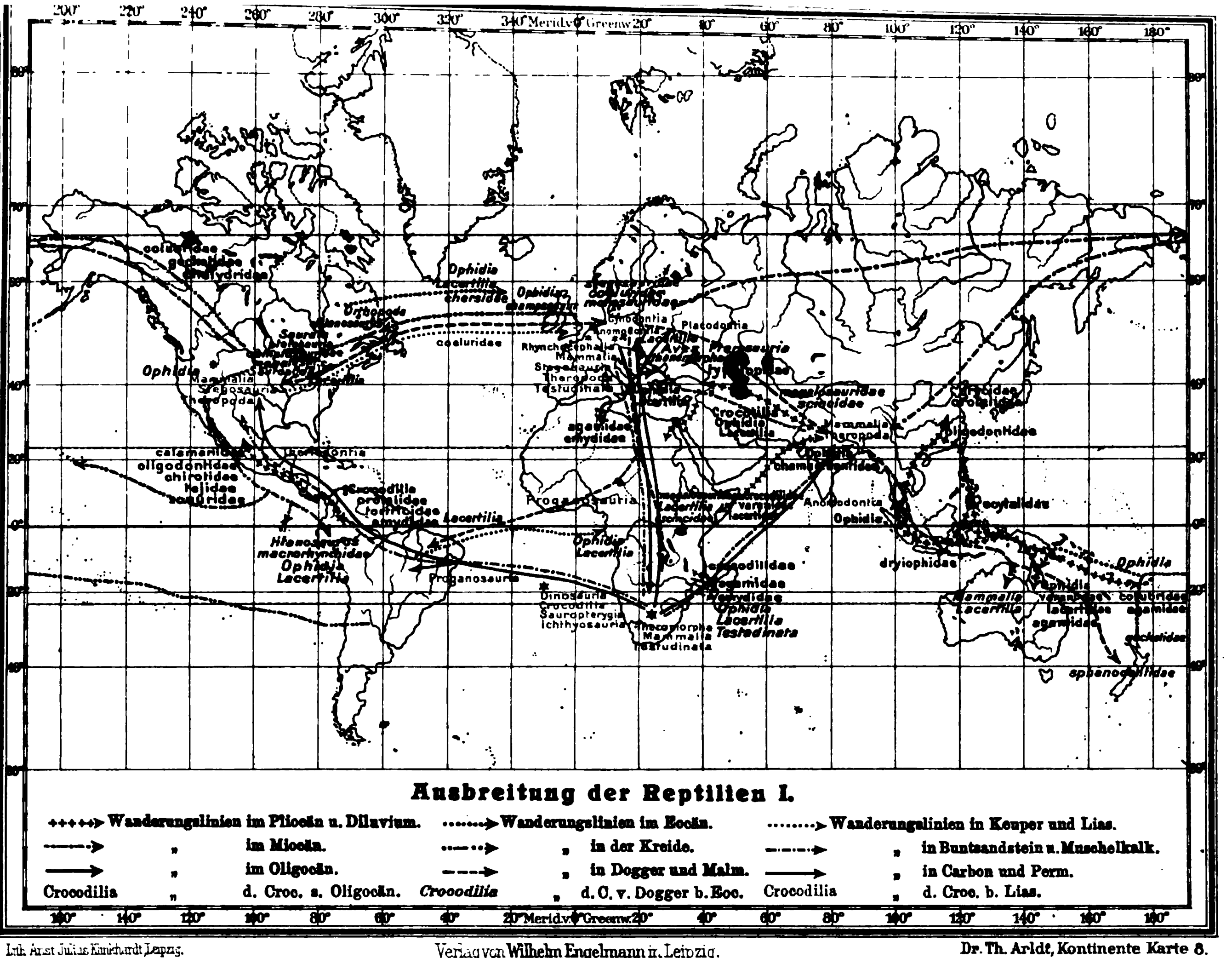


Lith. Anst. Julius Klinkhardt, Leipzig.

Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig.

Dr. Th. Arldt, Kontinente Karte 7.

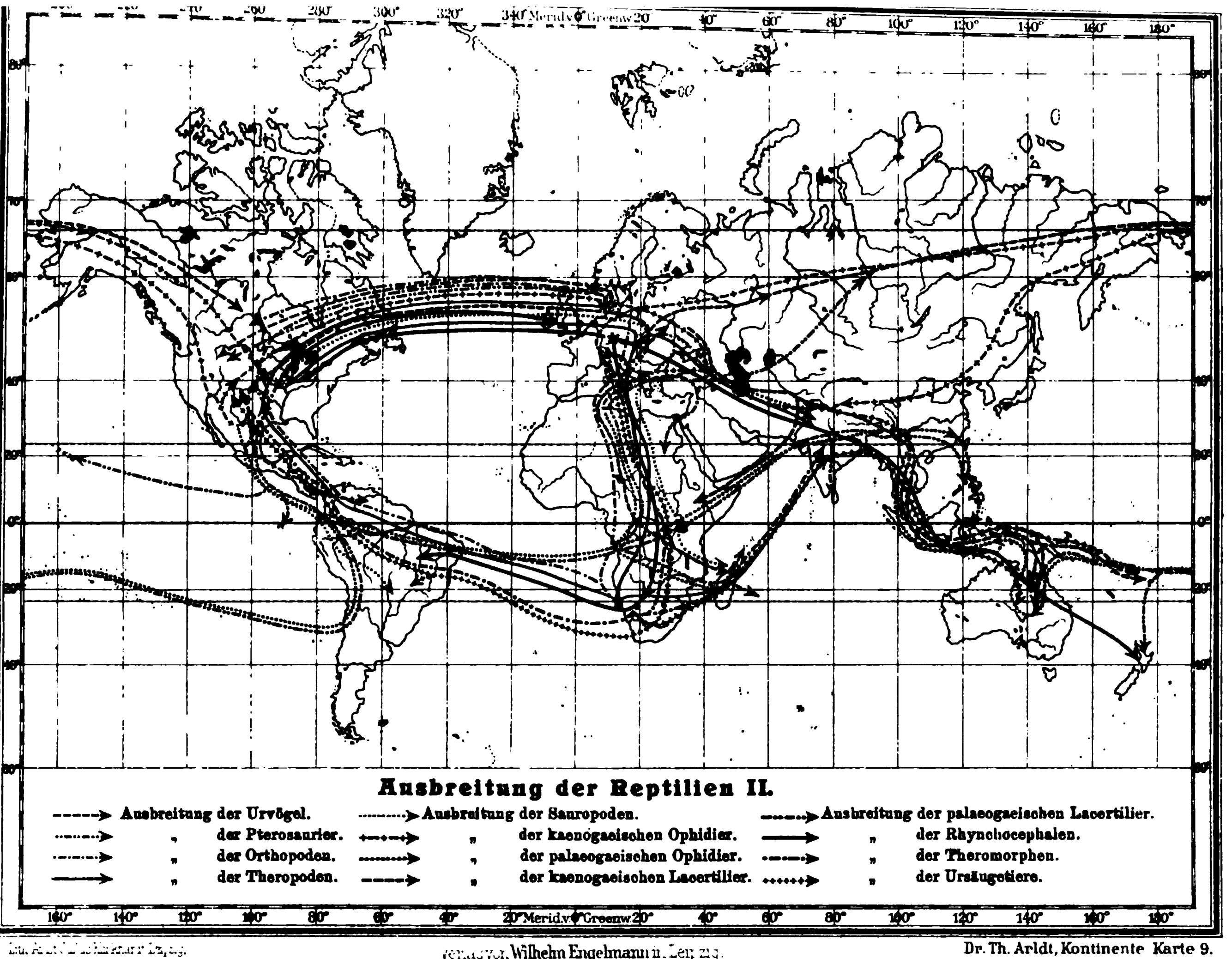


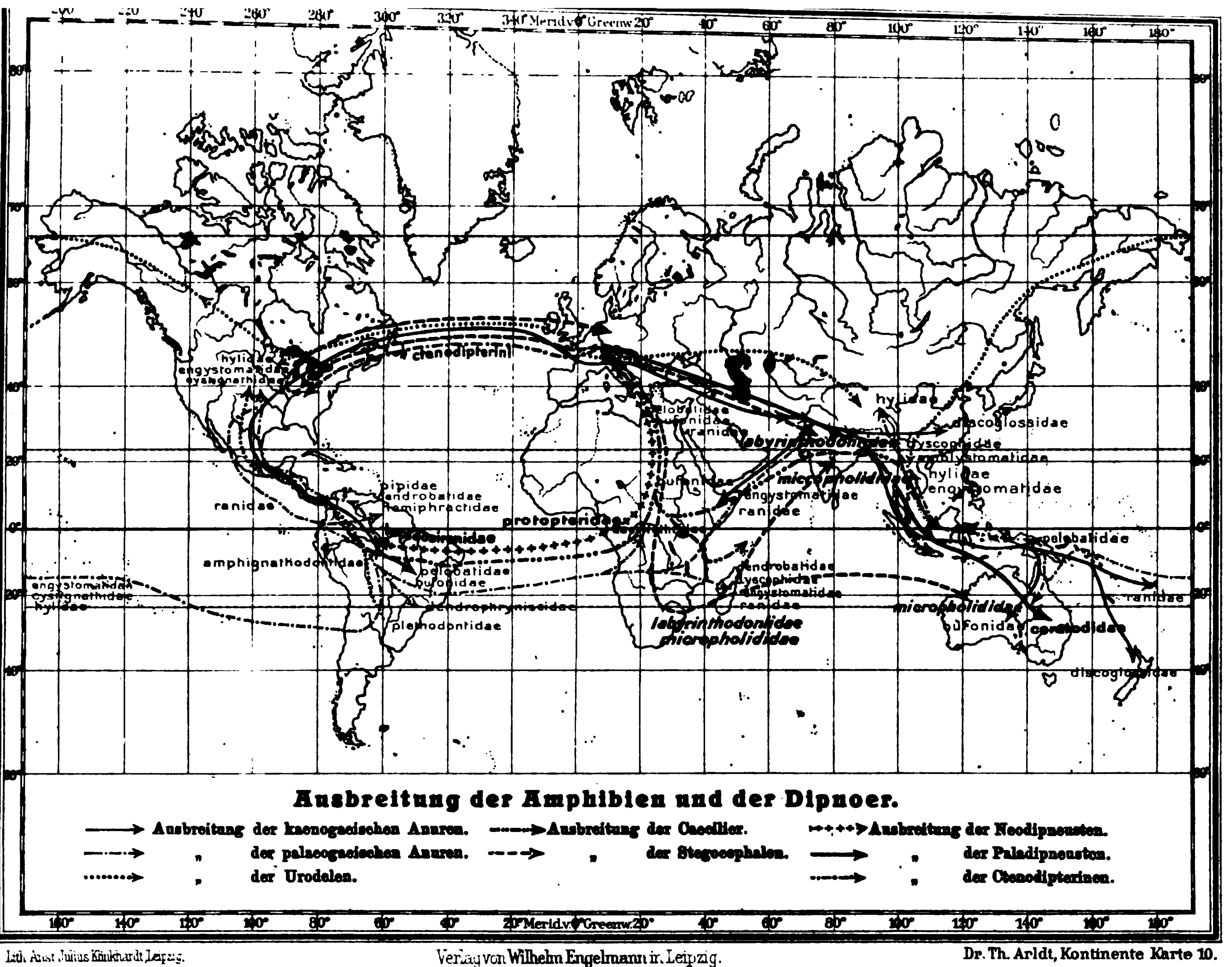


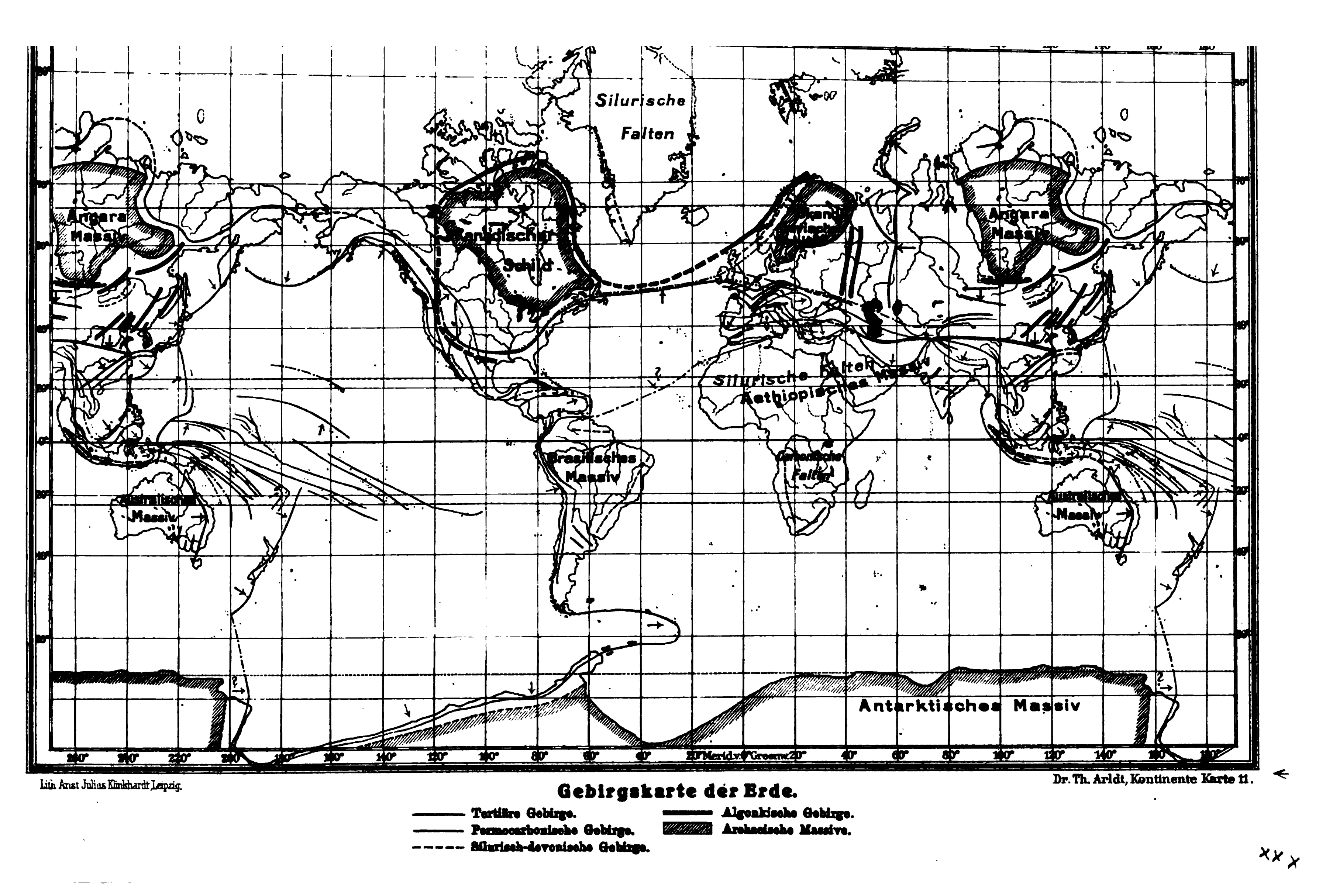
Lith. Anst. Julius Klinkhardt, Leipzig.

Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig.

Dr. Th. Arldt, Kontinente Karte 8.


Ausbreitung der Reptilien II.
Ausbreitung der Urvögel.
" der Pterosaurier.
" der Orthopoden.
" der Theropoden.
Ausbreitung der Sauropoden.
" der kaenogaeischen Ophidier.
" der palaeogaeischen Ophidier.
" der kaenogaeischen Lacertilier.
Ausbreitung der palaeogaeischen Lacertilier.
" der Rhynchocephalen.
" der Theromorphen.
" der Ursäugetiere.
Merid.v. Greenw.
Wilhelm Engelmann
Dr. Th. Arldt, Kontinente Karte 9.

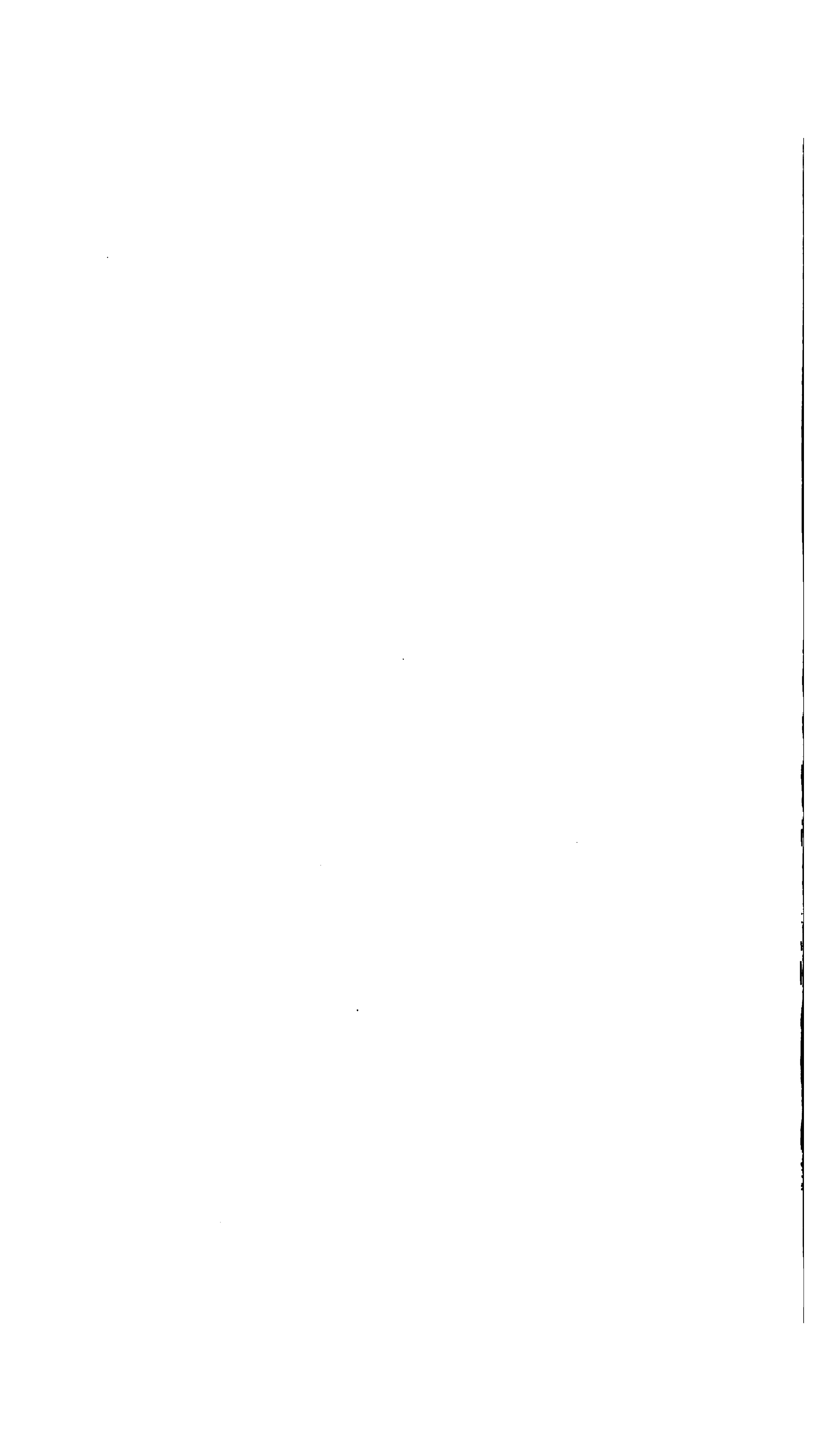

Ausbreitung der Amphibien und der Dipnoer.
Ausbreitung der kaenogaeischen Anuren.
" der palaeogaeischen Anuren.
" der Urodelen.
Ausbreitung der Caecilier.
" der Stegocephalen.
Ausbreitung der Neodipneusten.
" der Paladipneusten.
" der Ctenodipterinen.
ctenodipterini
hylidae
engystomatidae
ranidae
pipidae
dendrobatidae
hemiphractidae
protopteridae
amphignathodontidae
pelobatidae
bufonidae
plethodontidae
labyrinthodontidae
microphelididae
hylidae
discoglossidae
engystomatidae
ranidae
bufonidae
ceratodidae
discoglossidae
pelobatidae
Lith. Anst. Julius Klinkhardt, Leipzig.
Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig.
Dr. Th. Arldt, Kontinente Karte 10.

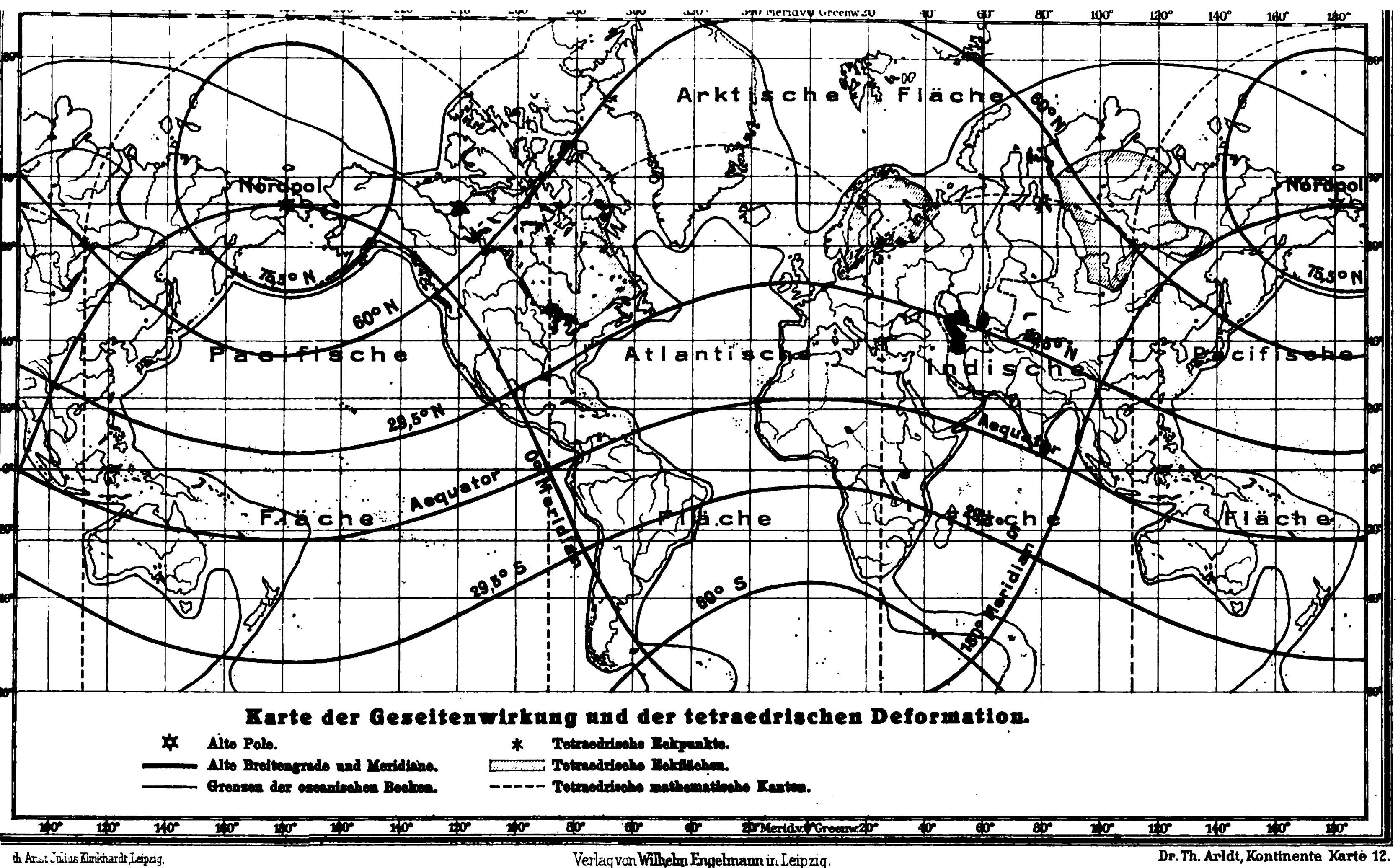


Lith. Anst. Julius Klinkhardt, Leipzig.

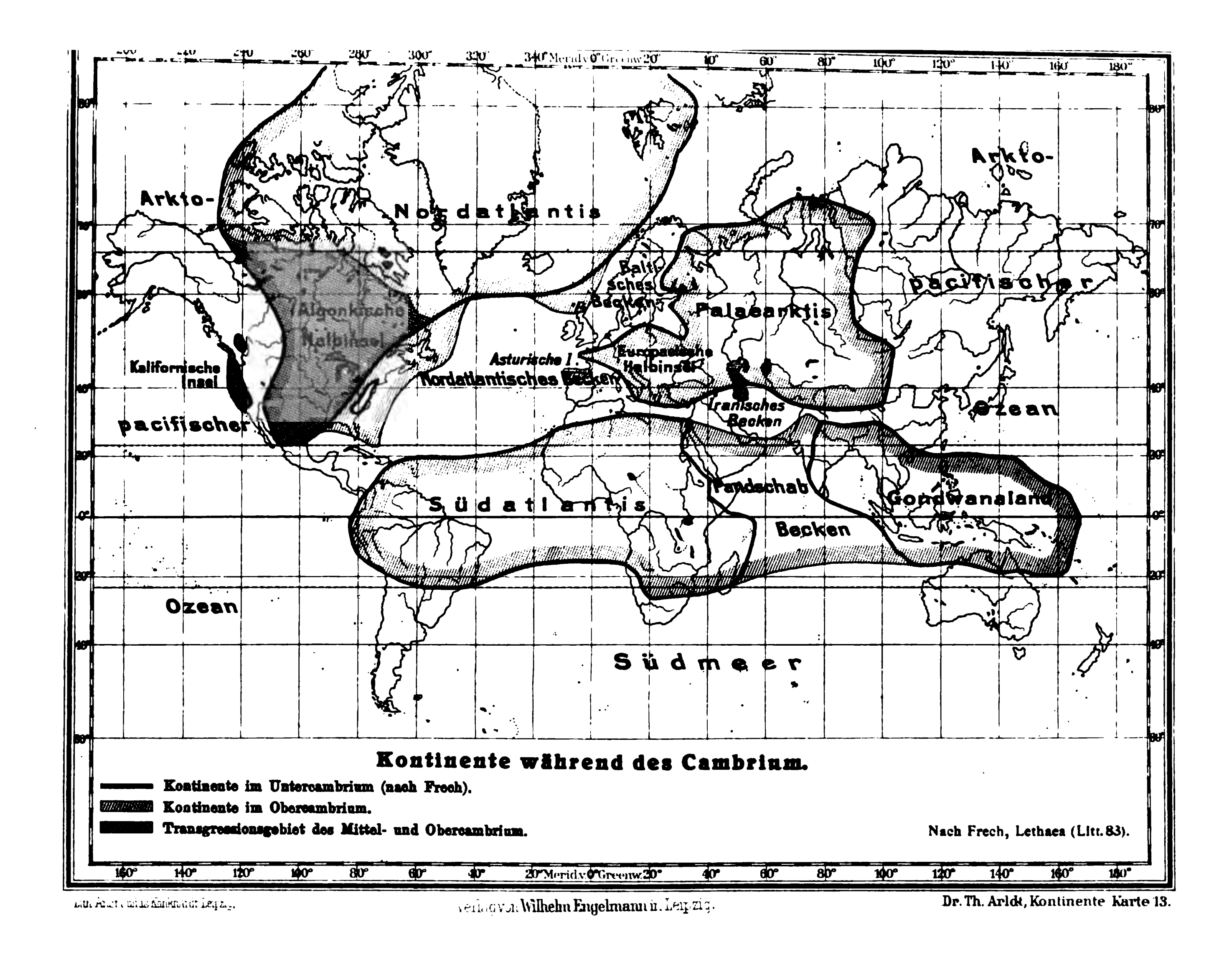
Dr. Th. Arldt, Kontinente Karte 11.

Gebirgskarte der Erde.





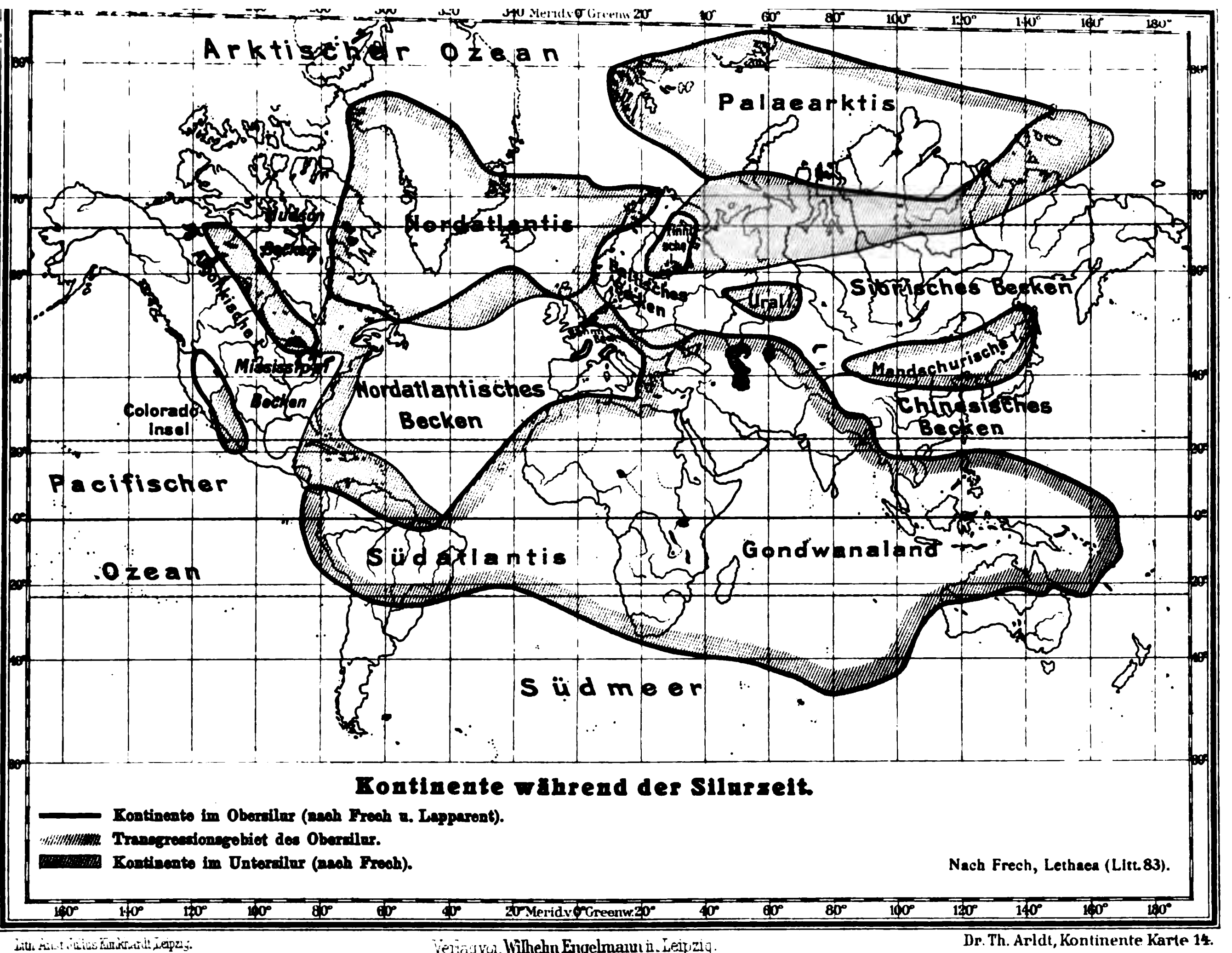
Lith Anst. Julius Klinkhardt, Leipzig.
Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig.
Dr. Th. Arldt, Kontinente Karte 12.



Kontinente während des Cambrium.

Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig.

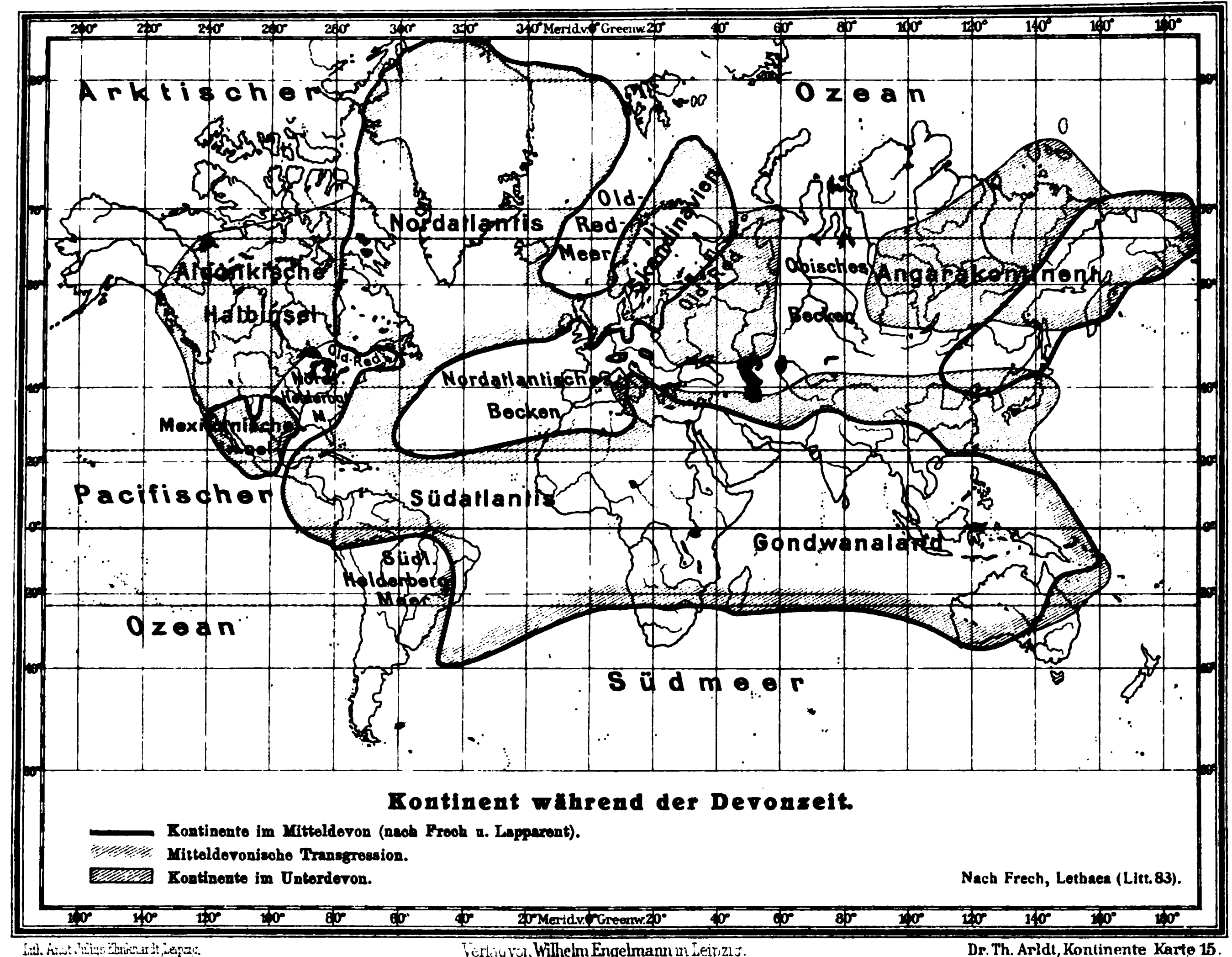
Dr. Th. Arldt, Kontinente Karte 13.



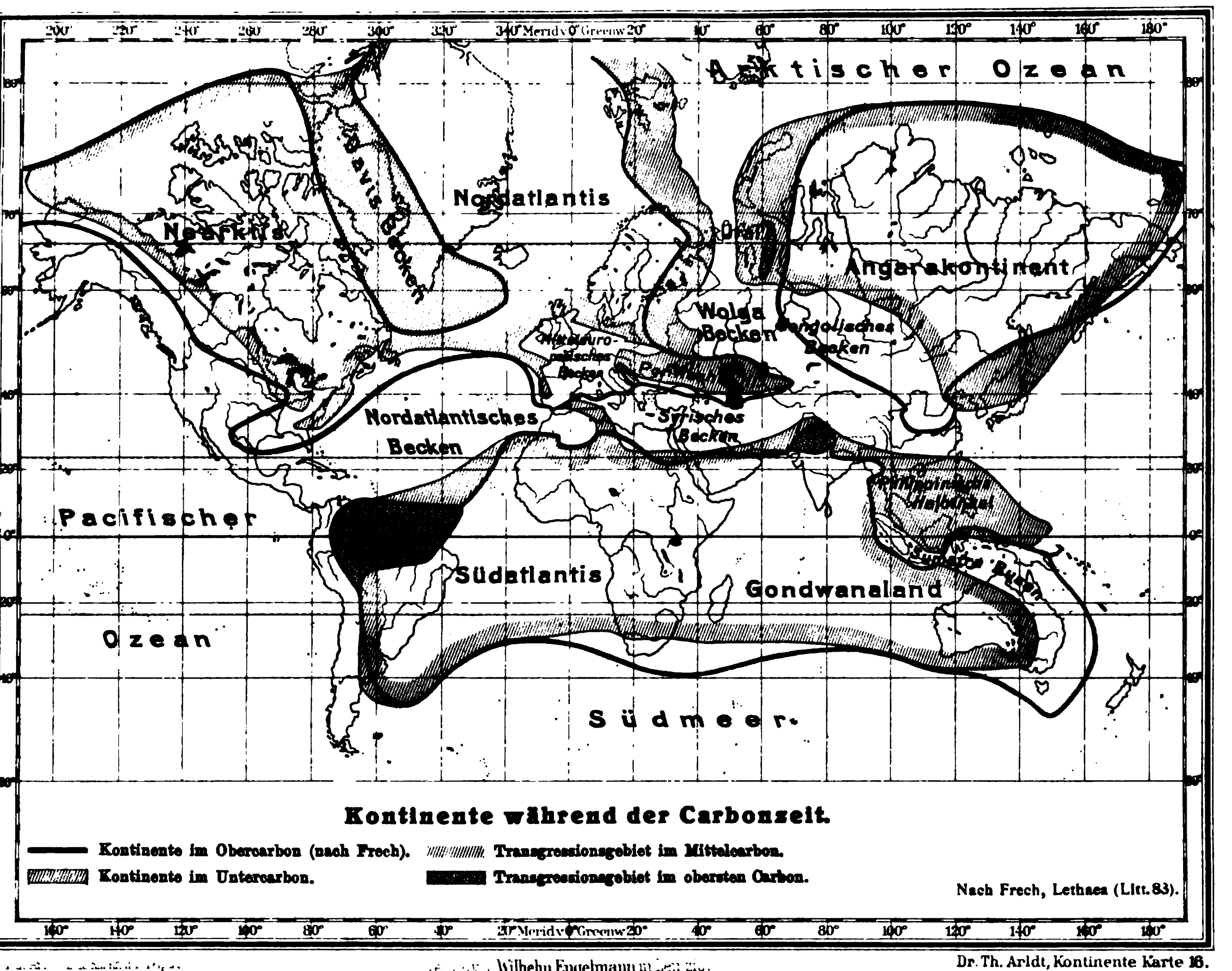
Lith. Anst. Julius Klinkhardt, Leipzig.

Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig.

Dr. Th. Arldt, Kontinente Karte 14.

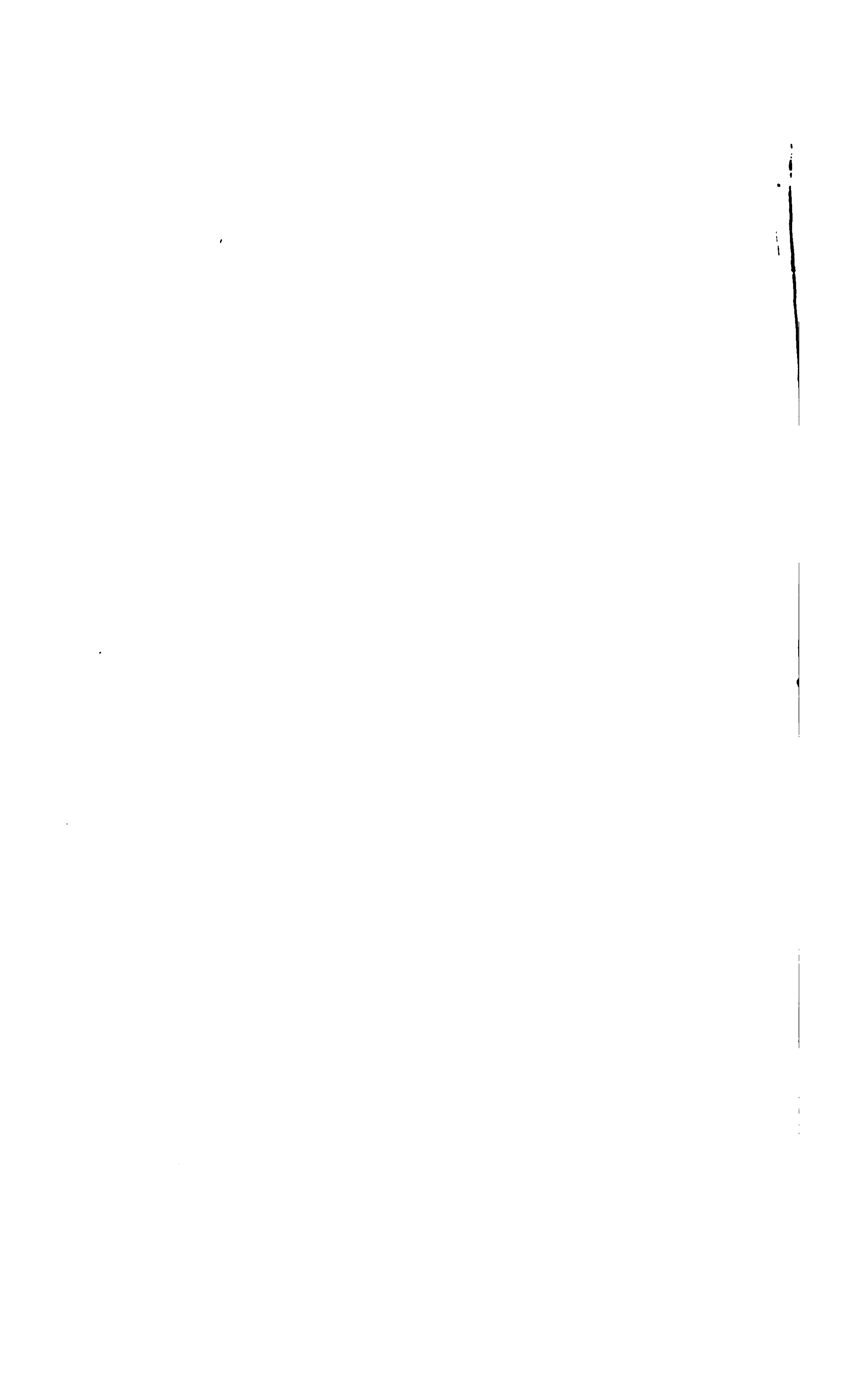


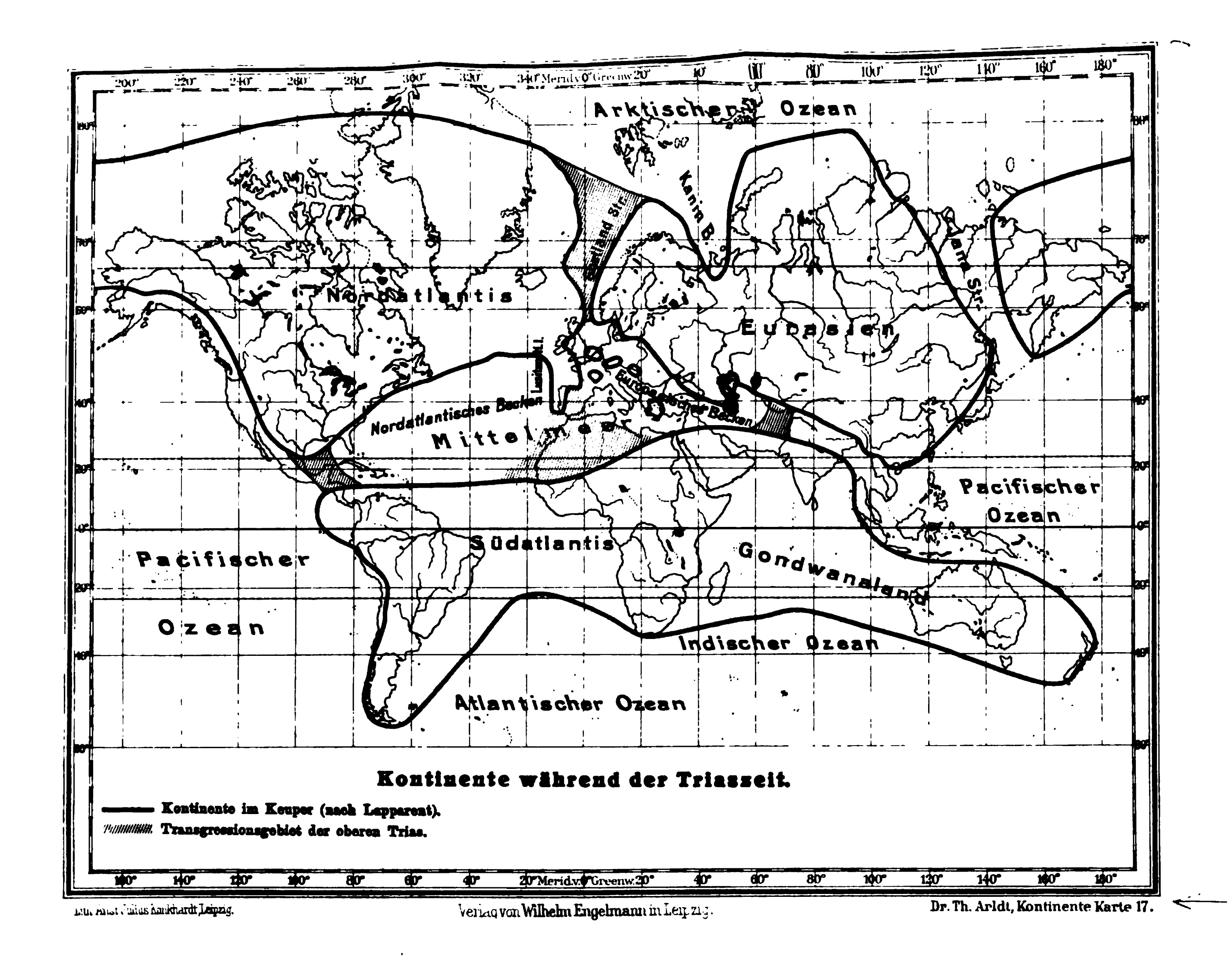
Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig.



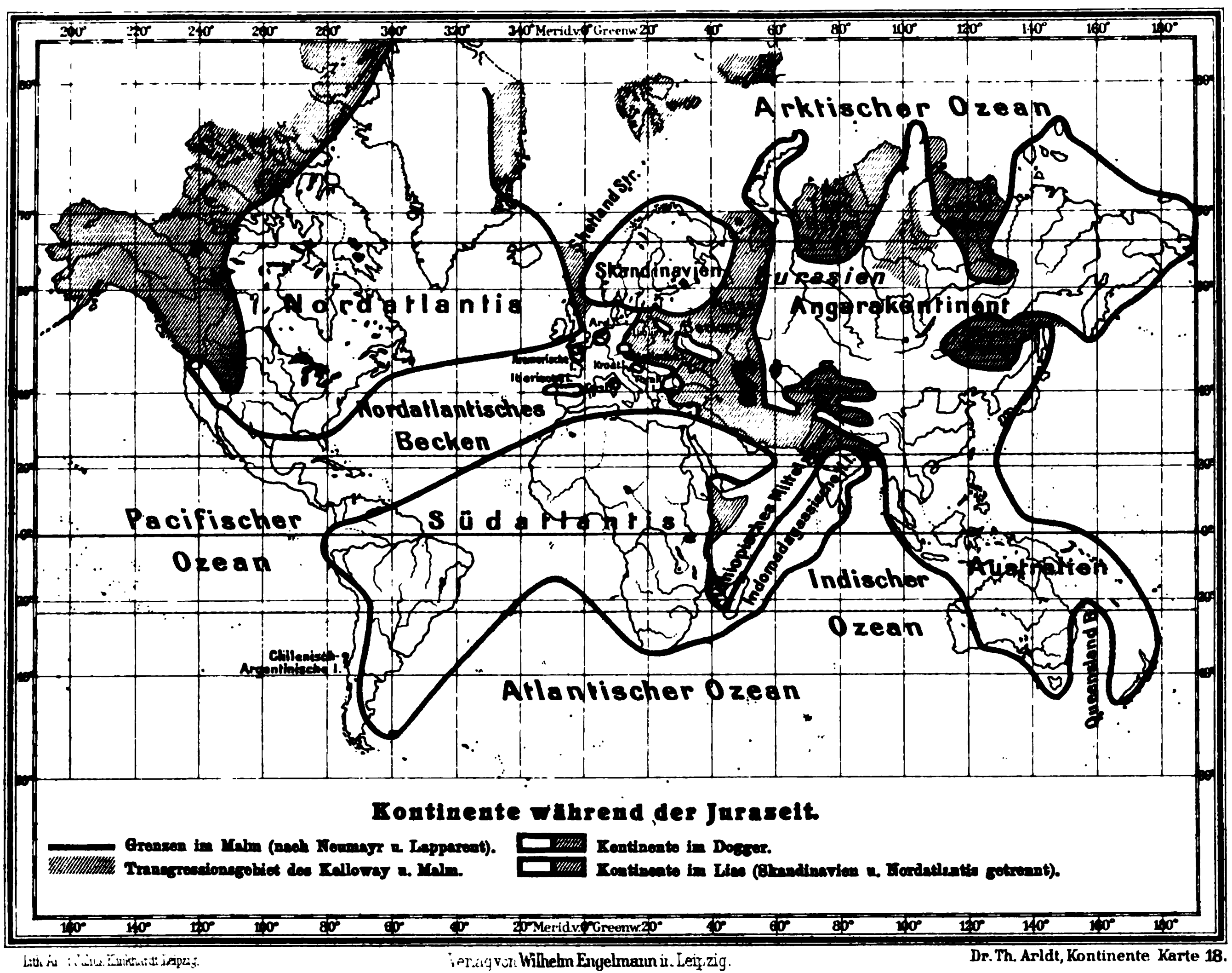
Kontinente während der Carbonzeit.

Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig.

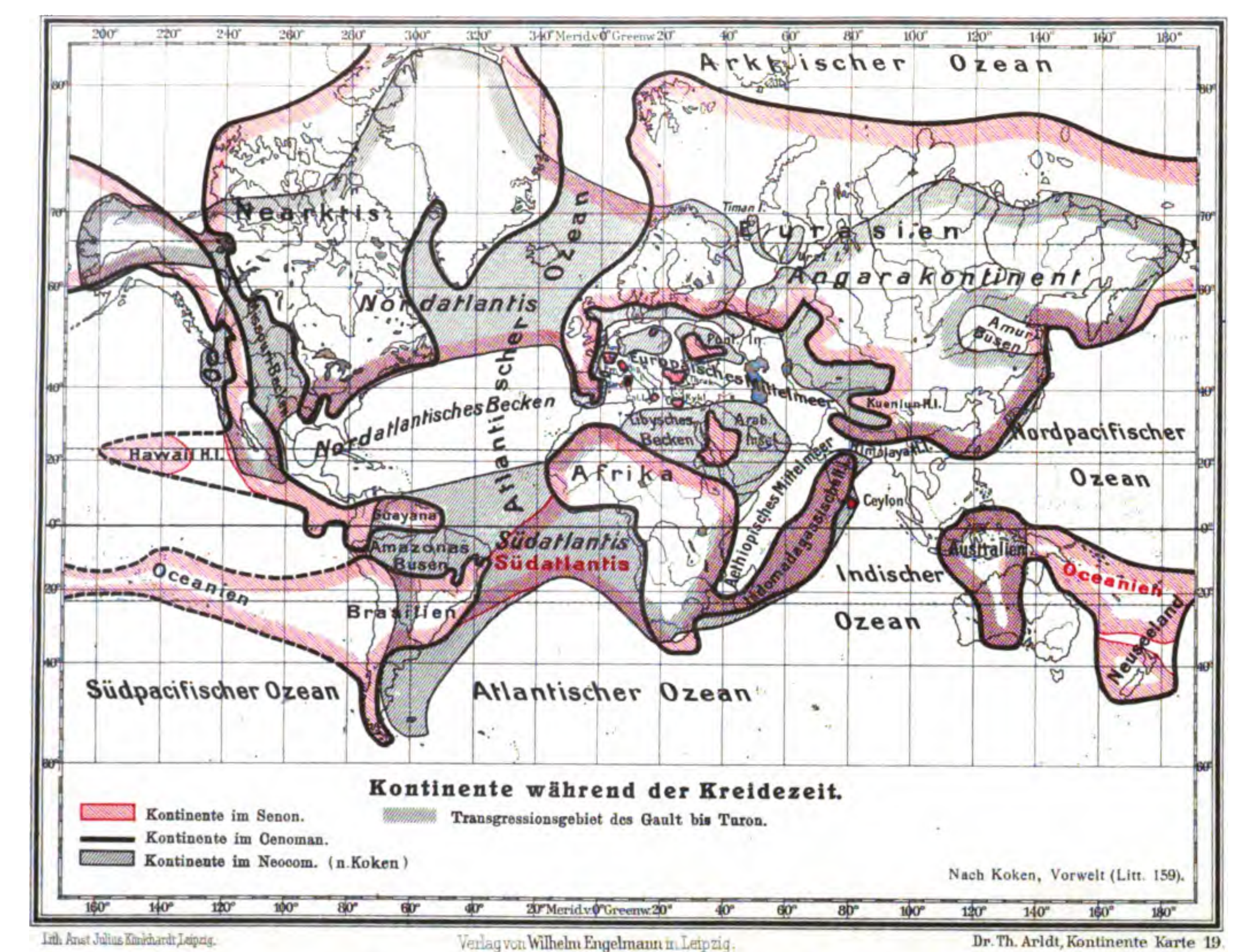




Lith. Anst. Julius Klinkhardt, Leipzig. Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig. Dr. Th. Arldt, Kontinente Karte 17.

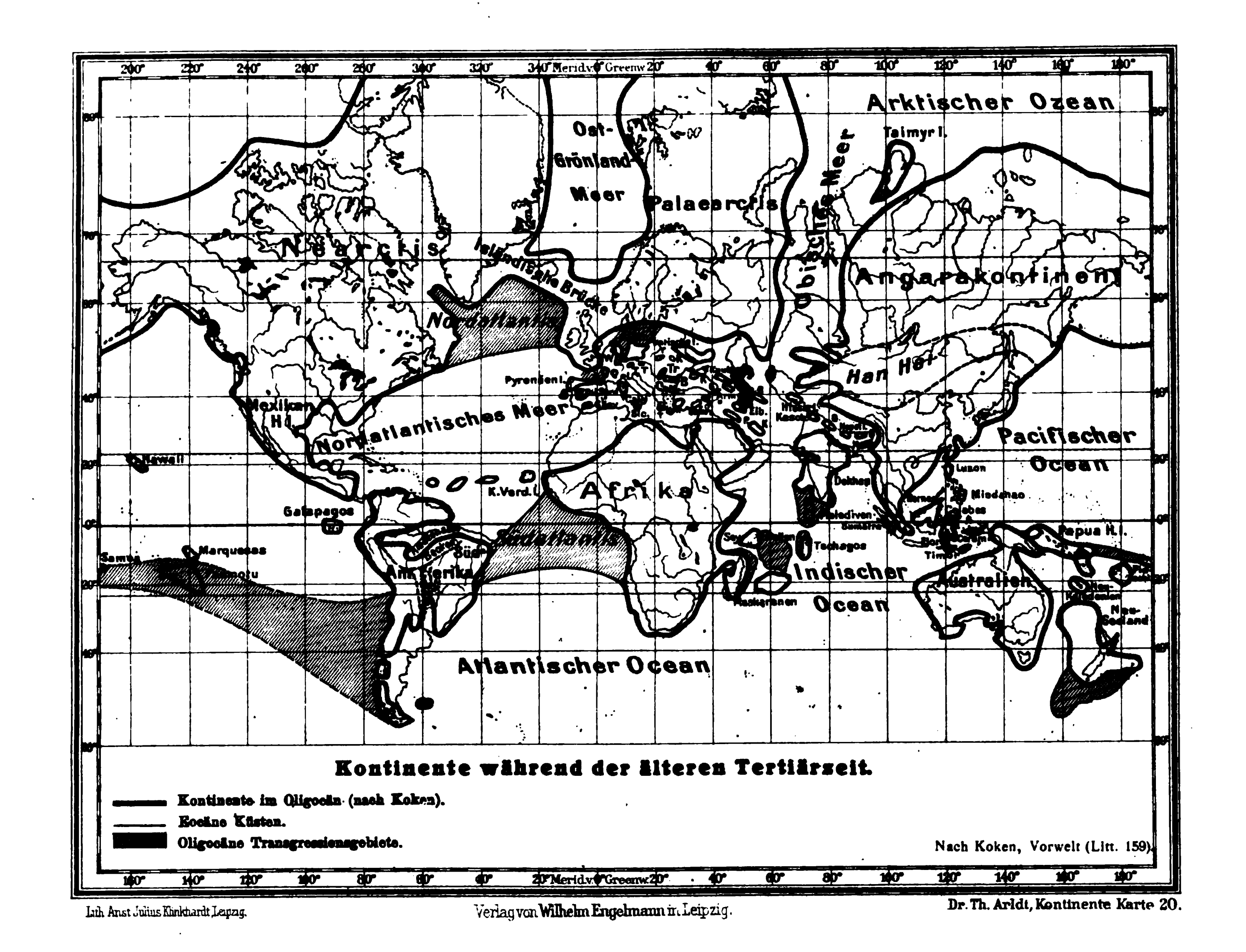


Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig.
Dr. Th. Arldt, Kontinente Karte 18.



Kontinente während der Kreidezeit.

Lith. Anst. Julius Klinkhardt, Leipzig. Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig. Dr. Th. Arldt, Kontinente Karte 19.

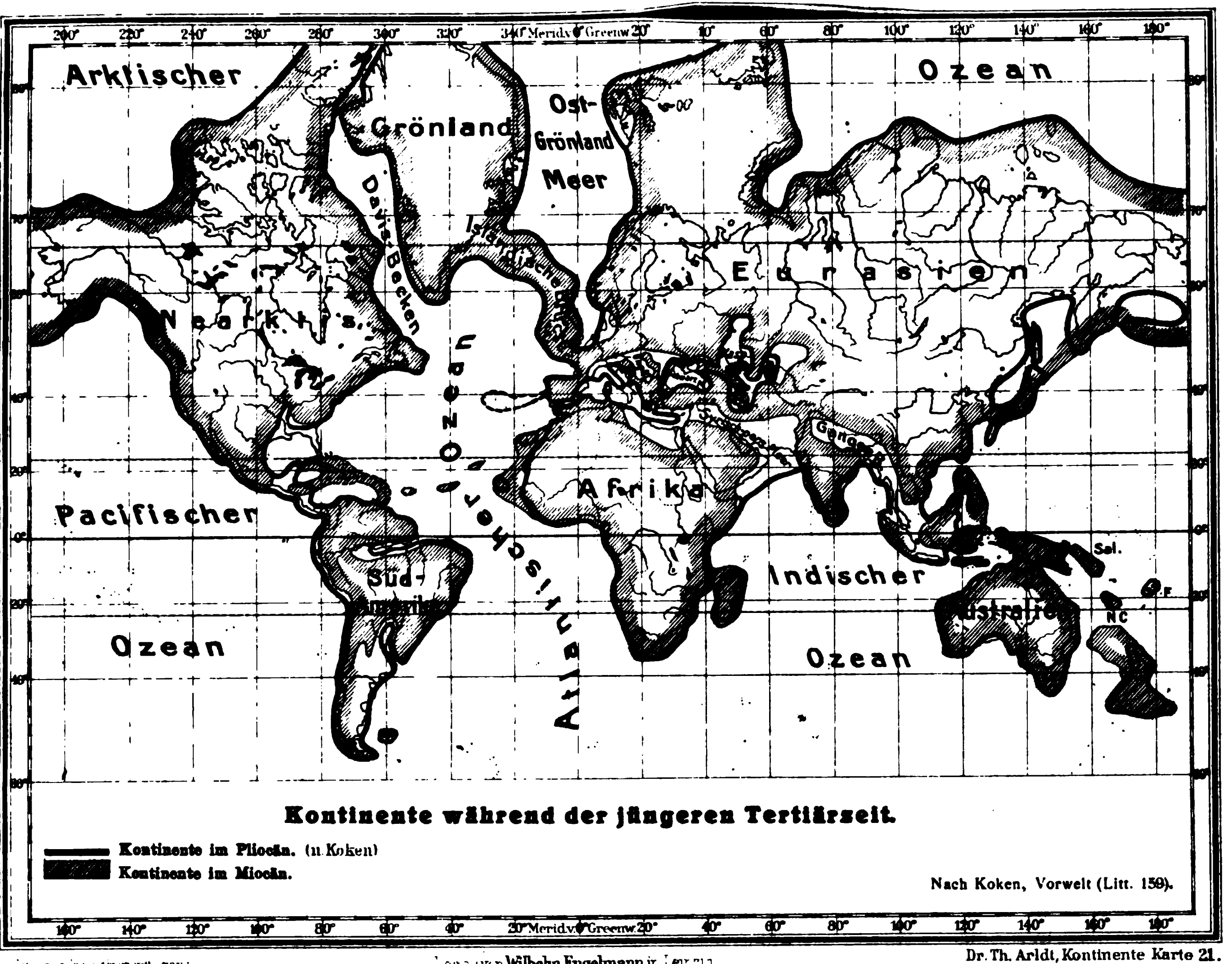


Kontinente während der älteren Tertiärzeit.

Kontinente im Oligocän (nach Koken).
Eocäne Küsten.
Oligocäne Transgressionsgebiete.

Nach Koken, Vorwelt (Litt. 159).

Lith. Anst. Julius Klinkhardt, Leipzig. Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig. Dr. Th. Arldt, Kontinente Karte 20.



Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig.

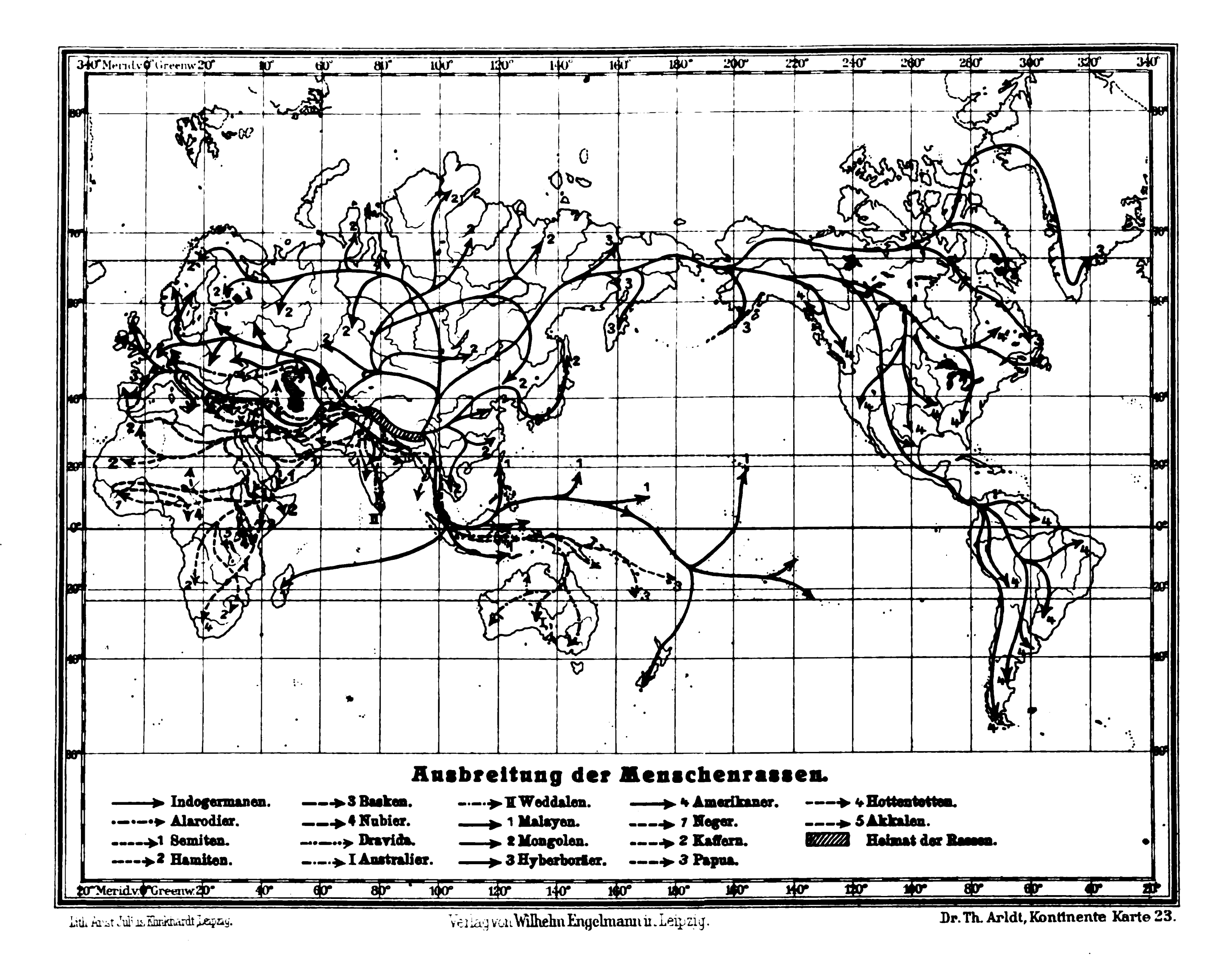
Dr. Th. Arldt, Kontinente Karte 21.

Kontinente während der Diluvialzeit.

- Küstenlinien im Anfange der Diluvialzeit.
- Inlandeisgebiete, kontinental.
- Inlandeisgebiete in Flachsee.
- ✱ Vergletscherungscentren.

Lith. Anst. Julius Klinkhardt, Leipzig.

Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig.



Lith. Anst. Julius Klinkhardt, Leipzig.
Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig.
Dr. Th. Arldt, Kontinente Karte 23.



